

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**Departamento de Organización de Empresas**



**TESIS DOCTORAL**

**LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA  
UNIVERSITARIA EN MÉXICO:  
UN ANÁLISIS DE SUS DETERMINANTES  
Y SUS RESULTADOS**

Doctorando: Jorge Antonio Yeverino Juárez

Directores: Dra. Dña. María Ángeles Montoro Sánchez  
Dra. Dña. Ana María Romero Martínez

Madrid, 2015



## AGRADECIMIENTOS

Dice un antiguo aforismo de la filosofía Zen, que la sabiduría no es el conocimiento, sino el camino que te lleva a él. De la misma manera, el largo y sinuoso camino que he recorrido hasta la conclusión de esta tesis es lo que me ha ayudado a conocerme mejor en mis temores, desalientos y desesperanzas, pero también en la persistencia, anhelo de trascendencia, y sobre todo, en el conocimiento de lo mucho que me debo a los demás, sin los cuales nunca hubiera llegado hasta aquí. Gracias a este camino tuve la oportunidad de conocer gente extraordinaria el año pasado en Cambridge, tales como el Dr. José Martínez Sierra, Manoj L. Shrestha, Mick Sawka, Matt Wirtzbarger y John Dalton, personas excepcionales, cuya máxima lección fue enseñarme que la grandeza profesional puede ser directamente proporcional a la humildad y la vocación de servicio por los demás.

En primer lugar, deseo agradecer a mis padres, Jorge y María Elena por su incondicional apoyo y cariño, y que fueron pilares fundamentales para continuar perseverando, aún en tiempos difíciles hasta la culminación de este proyecto. En segundo lugar, a Viví, Carla, Ale y Carlitos, mi segunda familia, de la cual siempre he recibido grandes dosis de amor, sostén y comprensión. En tercer lugar a mis hermanos Alejandro y María Elena quienes siempre han tenido fe en mí. Por último a Jazz e Hici, quien a pesar de todo, siempre estuvieron incondicionalmente a mi lado.

Finalmente, quiero profundamente agradecer la atención, el esmero y la dedicación excepcional que recibí de mis asesoras, las Dras. María Angeles Montoro Sánchez y Ana María Romero Martínez, cuya dedicación y pasión por la búsqueda científica está felizmente acompañada de una gran sensibilidad y espiritualidad. El haber recorrido este camino bajo su guía ha sido una de las experiencias más enriquecedoras de mi vida. Por último, solo me queda señalar obviamente, que todas las limitantes de este trabajo de investigación son exclusivamente mías.



# ÍNDICE

|                                                                                                       |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>RESUMEN .....</b>                                                                                  | <b>ix</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                                                 | <b>xiii</b> |
| <b>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN .....</b>                                                                  | <b>1</b>    |
| 1.1. INTRODUCCIÓN .....                                                                               | 3           |
| 1.2. ANTECEDENTES Y MARCO GENERAL .....                                                               | 7           |
| 1.3. OBJETIVO GENERAL .....                                                                           | 18          |
| BIBLIOGRAFÍA .....                                                                                    | 23          |
| <b>CAPÍTULO 2 DETERMINANTES DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA<br/>UNIVERSITARIA.....</b>              | <b>37</b>   |
| RESUMEN.....                                                                                          | 39          |
| 2.1. INTRODUCCIÓN .....                                                                               | 40          |
| 2.2. MARCO TEÓRICO.....                                                                               | 42          |
| 2.2.1. Recursos y la transferencia tecnológica.....                                                   | 45          |
| 2.2.2. Las rutinas, capacidades y la transferencia tecnológica universitaria .....                    | 50          |
| 2.3. METODOLOGÍA .....                                                                                | 52          |
| 2.3.1. Muestra.....                                                                                   | 53          |
| 2.3.2. Medición de las variables .....                                                                | 54          |
| 2.4. RESULTADOS.....                                                                                  | 57          |
| 2.5. CONCLUSIONES .....                                                                               | 62          |
| 2.5.1. Discusión y contribución del trabajo .....                                                     | 62          |
| 2.5.2. Limitaciones y líneas futuras de investigación.....                                            | 64          |
| BIBLIOGRAFÍA .....                                                                                    | 66          |
| <b>CAPÍTULO 3 LOS DETERMINANTES DE LA CREACIÓN Y DESARROLLO DE<br/>EMPRESAS <i>SPIN OFF</i> .....</b> | <b>77</b>   |
| RESUMEN.....                                                                                          | 79          |
| 3.1. INTRODUCCIÓN .....                                                                               | 80          |
| 3.2. ANTECEDENTES TEÓRICOS EN LA LITERATURA SOBRE <i>SPIN OFFS</i> .....                              | 83          |
| 3.2.1. Factores organizativos vinculados a la actividad universitaria de <i>spin<br/>offs</i> .....   | 83          |
| 3.2.2. Factores relacionados con las características de las instituciones<br>académicas.....          | 85          |

|                                                                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.2.3. Factores externos en la promoción de las <i>spin offs</i> .....                                      | 87         |
| 3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....                                                                  | 88         |
| 3.3.1. Análisis de la muestra de datos .....                                                                | 88         |
| 3.3.2. Medición de las variables.....                                                                       | 90         |
| 3.3.3. Diseño del modelo econométrico .....                                                                 | 93         |
| 3.4. RESULTADOS .....                                                                                       | 95         |
| 3.5. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y LINEAS FUTURAS DE<br>INVESTIGACIÓN .....                                  | 98         |
| BIBLIOGRAFÍA .....                                                                                          | 104        |
| <b>CAPÍTULO 4 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y LA PRODUCTIVIDAD EN<br/>LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA.....</b> | <b>115</b> |
| RESUMEN .....                                                                                               | 117        |
| 4.1. INTRODUCCIÓN .....                                                                                     | 118        |
| 4.2. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN LA TRANSFERENCIA DE<br>RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN .....                   | 120        |
| 4.3. METODOLOGÍA.....                                                                                       | 128        |
| 4.3.1. Muestra.....                                                                                         | 128        |
| 4.3.2. Fuente de información y medición de las variables.....                                               | 129        |
| 4.3.3. Diseño de los modelos econométricos .....                                                            | 130        |
| 4.4. RESULTADOS .....                                                                                       | 135        |
| 4.5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....                                                                          | 140        |
| BIBLIOGRAFÍA .....                                                                                          | 143        |
| <b>ANEXO .....</b>                                                                                          | <b>149</b> |

# ÍNDICE DE TABLAS

## CAPÍTULO 1

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1.1. Resumen de las principales características de la transferencia de tecnología ..... | 16 |
| Tabla 1.2. Diagnóstico de la transferencia de tecnología en México .....                      | 19 |

## CAPÍTULO 2

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 2.1. Estadísticos U de Mann-Whitney para diferencia de medias .....                          | 54 |
| Tabla 2.2 Estadísticos descriptivos de los datos cuantitativos .....                               | 59 |
| Tabla 2.3. Matriz de correlaciones de Pearson .....                                                | 59 |
| Tabla 2.4. Resultados de modelo con variable dependiente ln gasto privado en I + D .....           | 60 |
| Tabla 2.5 Resultados de modelo con variable dependiente número de contratos privados con IES ..... | 61 |

## CAPÍTULO 3

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 3.1. Número de spinoffs creadas en México por IES y CPIs .....               | 90 |
| Tabla 3.2. Matriz de correlaciones y factores de inflación de varianza .....       | 95 |
| Tabla 3.3. Descripción de datos muestrales .....                                   | 96 |
| Tabla 3.4. Resultados de modelos para determinar número de spin offs creadas. .... | 97 |

## CAPÍTULO 4

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 4.1. Trabajos empíricos sobre la eficiencia de la transferencia de tecnología universitaria y de las OTTs ..... | 123 |
| Tabla 4.2. Especificaciones de las funciones de producción en TT y determinantes de eficiencia relativa .....         | 135 |
| Tabla 4.3. Estadísticas descriptivas de datos para análisis DEA y SFE .....                                           | 136 |
| Tabla 4.4. Matriz de coeficientes de correlación .....                                                                | 136 |
| Tabla 4.5. Resultados de modelos DEA .....                                                                            | 137 |
| Tabla 4.6. Resultados del modelo estocástico de frontera (Normal truncado a cero) .....                               | 139 |
| Tabla 4.7. Índices de eficiencia en base en el modelo SFE con distribución media truncada a cero .....                | 139 |

## ANEXO

|                                                                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla A1 Literatura académica relacionada con la divulgación del invento .....                                                                     | 151 |
| Tabla A2 Literatura relacionada con el papel de las Oficinas de Transferencia de Tecnología.....                                                   | 155 |
| Tabla A3 Literatura relacionada con la evaluación de tecnología de la OTT para ser patentada.....                                                  | 159 |
| Tabla A4 Literatura relacionada con la adquisición de patentes.....                                                                                | 162 |
| Tabla A5 Literatura relacionada con el papel del agente de transferencia de tecnología en la promoción de las invenciones entre las empresas ..... | 165 |
| Tabla A6 Literatura relacionada con licencias .....                                                                                                | 167 |
| Tabla A7 Literatura relacionada con la adaptación y uso de la tecnología transferida.....                                                          | 171 |
| Tabla A8 <i>Spin-off</i> y la creación de <i>Startups</i> .....                                                                                    | 173 |

# RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo analizar la transferencia de tecnología universitaria (TTU), tanto sus resultados como sus factores determinantes en México. El estudio identifica que los acuerdos de cooperación universidad-industria, la inversión privada en gastos de investigación y desarrollo (I+D) y la generación de empresas de base tecnológica emanadas directamente de las instituciones de educación superior denominadas *spin off* constituyen resultados de esta TTU. En base a lo anterior se plantean una serie de factores teórico-empíricos para estudiar los determinantes que explican la TTU. La carencia de este tipo de estudios en países menos avanzados tecnológicamente, especialmente en América Latina, justifica la relevancia de abordar este tema que ha sido relacionado con el desarrollo de mayores niveles de bienestar económico y social.

El primer capítulo introduce un marco general de referencia sobre la importancia del estudio de la transferencia de tecnología universitaria. Este estudio se enfoca en el modelo básico teórico de TTU (Siegel et. al; 2004) que señala ocho etapas en el proceso de TTU incluyendo las invenciones de los científicos universitarios, la divulgación del invento a las oficinas de transferencia de tecnología (OTTs), la evaluación y solicitud de patente, la emisión de la patente, la promoción de la tecnología entre emprendedores empresariales, la negociación de la licencia, la adaptación de las tecnologías por las empresas y la creación y fundación de empresas *spin offs*. De este modo, se plantea nuestra pregunta de investigación general: ¿Qué determina y explica el proceso de la TTU en México?

En la búsqueda de dar respuesta a la anterior pregunta se postulan tres preguntas particulares con tres objetivos específicos. Así, el primer objetivo busca identificar los factores determinantes de la TTU en México. El segundo objetivo intenta señalar los determinantes en la creación de empresas *spin off*. El tercer objetivo busca evaluar y medir los niveles de eficiencia y productividad alcanzados por las incipientes unidades de transferencia tecnológica universitaria en México. Estos tres objetivos específicos se han contrastado empíricamente en una muestra de universidades públicas y privadas, así como centros públicos de investigación en México.

De esta manera, el segundo capítulo postula siete hipótesis basadas en la teoría de los recursos y capacidades de la empresa para resolver el primer objetivo. Estas hipótesis recogen el efecto positivo de la calidad del capital humano en las universidades, el número

de patentes en la cartera de la universidad, el tamaño del personal trabajando en las oficinas de transferencia de tecnología (OTT's), la cantidad de fondos públicos para investigación y desarrollo (I+D), una mayor proporción de regalías asignadas al inventor, la existencia de una regulación institucional que aliente positivamente la transferencia de tecnología, así como el desarrollo de capacidades gerenciales en las OTT's, para fomentar la TTU. Los resultados señalan que el gasto público en I+D, el esfuerzo para solicitar de patentes y la experiencia adquirida por los responsables de las oficinas de transferencia inciden positivamente en los resultados de la transferencia universitaria en México. En contraste, la calidad del capital humano en las instituciones de investigación superior (IES), el tamaño de las OTTs, las regalías y las capacidades de desarrollo de negocios no parecen incidir positivamente en los resultados de TTU en México.

El tercer capítulo toma como referencia factores relacionados con las organizaciones, instituciones y el contexto ambiental para resolver el segundo objetivo sobre los determinantes que explican la creación de *spin offs*. Este análisis explica que la trayectoria histórica, la cultura pro empresarial, el tipo de universidad (privada o pública), el número de aplicación por patentes y el gasto público en I+D, inciden positivamente en la generación y creación de este tipo de empresas. Este capítulo señala que la existencia de las recién inauguradas oficinas de transferencia de tecnología (OTT's), la calidad de las entidades académicas, la disponibilidad de financiación y el grado de intensidad regional en I+D no parecen tener efectos significativos sobre los resultados de la TTU.

El cuarto y último capítulo que busca evaluar los resultados de la TTU para resolver el tercer objetivo de la tesis, revela que los niveles de eficiencia y productividad de las unidades de transferencia de tecnología universitaria (UTT's) en México son homogéneos. Utilizando dos tipos de modelos (paramétricos y no paramétricos), se evaluó el nivel de eficiencia productiva en las UTT's en México durante los periodos entre el 2012 a 2013. Los resultados arrojaron que la eficiencia productiva en un modelo de rendimiento constante a escala es del 85% en las UTT's en México. El modelo de rendimientos variables a escala muestra que el rendimiento alcanza un 93.8% en las UTT's. El modelo estocástico de frontera utilizado señala un promedio de utilidad menor a los modelos no paramétricos. Este modelo señala que la eficiencia de las UTT's en México alcanza el 66%. Finalmente este capítulo señala que la frontera de la eficiencia global de las UTT's en México solamente se desplazó 1.1% entre el 2012 y el 2013. En conclusión, en contraste con otros países que muestran un nivel de dispersión mayor en sus niveles de

eficiencia entre sus IES, en México aún existe un alto grado de igualdad en el desempeño de las UTTs universitarias.

A pesar de las limitantes de este estudio, este trabajo contribuye teórica y empíricamente a la comprensión del fenómeno de la transferencia de tecnología universitaria y el emprendimiento empresarial académico, que a partir del 2011 han inaugurado sus procesos en México; y abre el interés por estudiar nuevos aspectos relacionados con los determinantes de la transferencia tecnológica universitaria por rama científica y en contextos particulares de tipo regional. Asimismo, futuros estudios deberán evaluar y medir los resultados de esta transferencia de resultados de investigación en países que recién inician estos procesos dentro del denominado espíritu empresarial académico.



# **ABSTRACT**

This work aims to analyze and evaluate both the determinant factors and the results of the university technology transfer – UTT – process in Mexico. The study points out that the main outcomes in UTT are the number of university-industry cooperation agreements, the private investment in research and development (R & D), and the foundations of technological based companies emanating directly from the academic institutions denominated as spin offs. Therefore, a group of theoretical and empirical factors are proposed to study the determinants that explain this UTT. The lack of such studies in less technologically advanced countries, especially in Latin America, justifies the importance of addressing this issue that has been linked to the development of higher levels of economic and social welfare.

The first chapter introduces a general framework about the significance to study the university technology transfer processes. This study focuses on the basic theoretical model developed by Siegel et al. (2004). This model identifies eight stages in the process of the UTT, including the inventions of university scientists, the disclosure of the invention to the technology transfer office (TTO), the evaluation and patent application, the patent issuance, the promotion of technologies among business entrepreneurs, the negotiation of licenses, the adaptation of technology by businesses, and the creation and establishment of spin offs. Thus, we propose our general research question: What determines and explains the process of UTT in Mexico?

By seeking to answer the above question, three particular questions with three specific objectives are postulated. So, the first objective is to identify the determinants of the UTT in Mexico. The second objective attempts to indicate the determinants for the creation of spin-off companies. The third objective seeks to assess and measure the levels of efficiency and productivity achieved by the emerging university technology transfer units in Mexico. These three specific objectives have been empirically tested in a sample of public and private universities, and public research centers in Mexico.

Thus, the second chapter postulates seven hypotheses based on the theory of resources and capabilities of the company (RBV) to achieve the first objective. These assumptions reflect the positive effect of the quality of human capital in the universities, the number of patents

in the portfolio of the university, the size of the staff working in the offices of technology transfer (OTT's), the amount of public funds for research and development (R & D), the percentage of royalties assigned to the inventor, the existence of an institutional regulation that positively encourage technology transfer, and the development of managerial skills within the OTT's. The results indicate that the public spending in R & D, efforts to maximize patent issuances, and experience gained by the directors of the OTTs positively impact on the results of university transfer in Mexico. In contrast, the quality of human capital in advanced research institutions (IES), the size of the TTO, royalties and business development capabilities not seem to positively influence the results of UTT in Mexico.

The third chapter introduces factors related with organizations, institutions and environmental contexts to resolve the second goal about the determinants that explain the creation of spin offs. This analysis explains that the historical background, the pro-business culture, the type of university (public or private), the number of patent application, and the public spending on R & D, positively impact on the generation and development of these firms. This chapter points out that the existence of the newly opened offices of technology transfer (OTT's), the quality of academic institutions, the availability of financial funding, and the degree of regional R & D intensity did not appear to have significant effects on the generation of new spin offs.

The fourth and final chapter seeks to assess the results of the UTT to accomplish the third objective of the thesis. The findings reveal that levels of efficiency and productivity within the units of university technology transfer in Mexico are homogeneous. Using two types of models (parametric and nonparametric); the level of productive efficiency was evaluated in the units of technology transfer in Mexico during the period from 2012 to 2013. The results showed that the overall production efficiency in a model of constant returns to scale equals 85% within the Mexican academic institutions. Moreover, estimating an alternative variable returns to scale model, the performance of academic institutions reached a level of 93.8%. Besides, the stochastic frontier model indicated an efficiency equivalent to 66%. Finally, this chapter stated that the overall technological frontier only moved 1.1% between 2012 and 2013. In conclusion, in contrast to other countries that show a higher level of dispersion efficiency levels among academic institutions, in Mexico there is still a high degree of equality in the performance of university technology transfer units.

Despite the limitations of this study, the theoretical and empirical work contributes to the understanding of the phenomenon of university technology transfer and academic entrepreneurship, which from 2011 inaugurated its processes in Mexico. Likewise, this seminal study fosters the interests in studying other aspects of the university technology transfer processes e.g. by scientific area and/or by regional context. Furthermore, future studies should evaluate and measure the results of technology transfer in countries that are just beginning this process within the so-called academic entrepreneurship.



# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**



## 1.1. INTRODUCCIÓN

La creciente vinculación de la universidad con la industria a través de la difusión de resultados de investigación científica ha cobrado una gran relevancia en las últimas tres décadas en el ámbito internacional (Rothaermel et al., 2007; Bozeman et al., 2013; Perkmann et al., 2013). Las innovaciones producidas en las universidades incluyen motores de búsqueda por internet (v.g. lycos, google), diagnósticos clínicos para detección de cáncer de mama y osteoporosis, tecnologías para el desarrollo de la vitamina D, medicamentos anti-cancerígenos (v.g. cisplatino), bebidas isotónicas (v.g. gatorade), diseño gráfico para ordenador (CAD), tecnologías para el desarrollo de energía sostenible, la técnica de ADN recombinante que fundó la industria biotecnológica moderna, entre muchas otras (Rogers et al., 2001; Siegel, Waldman et al., 2004). A pesar de que la probabilidad de éxito en el mercado de un nuevo prototipo de invención es baja, las universidades se han embarcado fervientemente en procesos de apropiación, transmisión y uso comercial del conocimiento en los últimos años (Bok, 2003; Powers y Mc Dougall, 2005). El papel tradicional de enseñanza e investigación en las universidades ha evolucionado hacia una “tercera misión” que incluye actividades comerciales vinculadas a las patentes, concesión de licencias y la creación de nuevas empresas (Leydesdorff et al., 1996; Owen-Smith y Powell, 2001; Shane, 2004a; Rasmussen et al., 2010; Huang et al., 2011). Este fenómeno también denominado como “capitalismo académico” (Slaughter y Leslie, 1997; Welsh et al., 2008) ha sido analizado a nivel individual, universitario y sistémico en los estudios sobre el emprendimiento empresarial académico –*academic entrepreneurship*–, la comercialización de la tecnología universitaria, los procesos de transferencia de tecnología universitaria y el análisis sobre la interacción academia-industria-gobierno conocido como la triple hélice (Etzkowitz et al., 2000; Meyer, 2003; Wright et al., 2004b; Berkovitz y Feldmann, 2006; Rothaermel et al., 2007; Markman et al., 2008; Grimaldi et al., 2011; Erosa, 2012; Guerrero y Urbano, 2012). La comercialización de conocimiento se considera un factor importante de crecimiento económico al desarrollar capital humano de alto nivel, licenciar tecnologías innovadoras con la industria y al crear nuevas empresas de base tecnológica (Dasgupta et al., 1994; Agrawal, 2001; Etzkowitz, 2002; Litan et al. 2007).

En buena medida este fenómeno se acelera con la aprobación de la Ley Bayh-Dole, en los años ochenta, que permitió la apropiación privada de las invenciones producidas en las universidades en los EEUU provenientes de fondos federales (Lee y Gaertner, 1994; Lee,

1998; Mowery et al., 2001). Consecuentemente, otras iniciativas como la Ley Stevenson-Wydler y la Ley Federal de Transferencia de Tecnología de 1986, las cuales contemplaban provisiones semejantes para los laboratorios federales como lo hacía el Ley Bayh-Dole para las universidades, propiciaron el inicio de una serie de acuerdos, licencias, creación de nuevas empresas, contratos y condiciones de uso de la propiedad intelectual entre las universidades, los laboratorios federales y la industria (Link et al., 2003a; Lockett et al., 2005b; Phan y Siegel, 2006; Siegel et al., 2007). Asimismo, muchas universidades crearon oficinas de transferencia de tecnología (OTTs) para administrar y proteger su propiedad intelectual (PI). La función principal de las OTTs ha sido facilitar la transferencia de conocimiento a través del licenciamiento a la industria de las invenciones universitarias u otras formas de PI (Siegel et al., 2004). En el año 2009, la Asociación de Administradores Universitarios de Tecnología (AUTM, 2012) reportó 181 OTTs en los EEUU con un promedio de edad de 20.5 años.

En ese mismo sentido, diferentes países europeos buscaron emular la legislación americana para adaptar a sus realidades esquemas de fomento a la transferencia tecnológica (OECD, 1999, 2003; Wright et al., 2007; Grimaldi et al., 2011). La Asociación Europea de Profesionales en Ciencia y Transferencia de Tecnología (ASTP, 2010) encuestó en 2008 a 99 OTTs en Europa con una edad promedio de 12.9 años. En el año 2011 el promedio de edad de las OTTs europeas era de 14.0 años, con un promedio de 8.3 empleados a tiempo completo. Así mismo, las OTTs europeas tuvieron un promedio de notificaciones de 22.4 y 11.8 aplicaciones prioritarias de patente (Piccaluga et al. 2012). Sin embargo, el desempeño de las universidades europeas dista mucho del alcanzado por sus contrapartes en los EEUU. A pesar de que muchos países de la UE poseen una posición relevante en descubrimientos científicos, esto no se ha reflejado en una ventaja tecnológica sostenible y eficiente transferencia al mercado, esto se ha denominado como la *paradoja europea* (Franzoni y Lissoni, 2006). Algunos estudios señalan que las características históricas e institucionales de las universidades americanas es diferente al sistema europeo (Pavitt, 2001; Mowery et al., 2005). Mientras que en las universidades americanas ha existido tradicionalmente una mayor autonomía, Europa posee un sistema de control centralizado donde el investigador es considerado como un servidor público y no recibe los incentivos necesarios y suficientes para patentar y comercializar sus inventos de la misma manera que en EEUU (Goldfarb et al., 2003; Franzoni y Lissoni, 2006; Decter et al., 2007; Baldini, 2009). Por otro lado, también se ha señalado que el número de patentes

académicas pudiera estar subvalorada en Europa, debido a que una significativa cantidad de inventos originados en universidades ha sido registrada a nombre de empresas privadas o entidades públicas europeas (Lissoni, 2012).

En Asia, el desempeño en los indicadores de transferencia y comercialización universitaria han sido inferiores a los que se han dado en EEUU, pero superiores a los que presentan la mayoría de los países europeos, por ejemplo, en el año 2010 China presentó un promedio de 65.4 aplicaciones prioritarias de patente y poseía un portafolio de patentes promedio vigente por institución de 116.3. De igual manera, el número promedio de *spin-offs* creadas fue de 142.5 para el mismo año. En el caso de Japón y Corea se reportaron un promedio de 45.2 y 52.3 aplicaciones prioritarias de patente para los años 2010 y 2007 respectivamente (Piccaluga et al. 2012).

Como ya se ha señalado, la comercialización de las investigaciones universitarias posee importantes impactos sociales que incluyen empleos de alta calidad generados por las empresas de base tecnológica, mayores flujos de inversión en investigación y desarrollo, y un positivo impacto sobre las economías locales producto de los *spillovers* de conocimiento (Audretsch et al., 2005; Caldera et al., 2010). Si bien algunos autores señalan que los beneficios de la inversión en investigación sobre el desarrollo económico no son inmediatos y más bien son de largo plazo (Feller et al., 1995; Heher, 2005), también se apunta que el desarrollo de capital humano y de capacidades científicas y tecnológicas en un contexto de redes sociales interconectadas es un factor relevante en la efectividad de la investigación y la transferencia de conocimiento (Autio et al., 1995; Lynn, 1996; Bozeman, 2000).

Quizás el ejemplo más exitoso en transferencia tecnológica universidad-industria lo constituye el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), cuyos alumnos graduados han fundado aproximadamente 33,000 empresas de manufactura, software, consultoría y biotecnología, generando más de 3.3 millones de empleos mundialmente y obteniendo ventas anuales de aproximadamente US\$ 2 trillones<sup>1</sup>, lo que equivaldría a posicionarlo por sí mismo como la 17ª economía en el mundo en términos de PIB (O'Shea et al., 2005; Meyers et al., 2011). A nivel agregado, los ingresos anuales en las universidades en EEUU por contratos de licencia aumentaron de US\$160 millones en 1991 a US\$ 862 millones en 1999, y hasta US\$ 2.5 mmd en 2012 (AUTM, 2012).

---

<sup>1</sup> <http://web.mit.edu/industry/industry-collaboration.html> [Septiembre/5/2015]

De igual manera, como consecuencia del éxito alcanzado en las instituciones de los EEUU, países como España y México han tratado de promover la comercialización de sus investigaciones universitarias buscando adaptar a sus circunstancias locales diversos esquemas de transferencia tecnológica (Cohen et al., 1998; Correa, 1999; European Commision, 2004). En España, por ejemplo, los ingresos por licencias universitarias ascendieron a 2.4 millones de € en 2011, si bien esta cifra se mantuvo estable en los últimos años, las notificaciones de nuevas invenciones en las universidades españolas pasaron de 692 a 1282 entre 2007 y 2011 (RedOTRI, 2011). De acuerdo con Piccaluga y Balderi (2012), durante el año 2011, las universidades españolas revelaron en promedio 20.7 invenciones, desempeñándose mejor que sus contrapartes en Italia (9.4) e Irlanda (15.7), aunque ligeramente por debajo que Dinamarca (26.1) y el Reino Unido (26.9). A nivel agregado los ingresos anuales por licenciamiento universitario en Europa pasaron de 62.3 millones de € a 90 millones de € entre 2007 y 2011.

En México, a pesar de que no existen estadísticas a nivel agregado, se observó un fuerte dinamismo en actividades de transferencia en diversas instituciones de investigación. Por ejemplo, durante el período 2008-2011, el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBT-UNAM) registró solicitudes por más de 100 patentes, además se emprendieron 32 convenios de colaboración y desarrollo tecnológico con entidades externas. Asimismo se establecieron 47 convenios de transferencia de materiales biológicos con instituciones internacionales. En el año 2011, el IBT-UNAM obtuvo ingresos de aproximadamente US\$ 14 millones por servicios prestados de consultoría a entidades públicas y privadas (IBT, 2011). Por su parte, el Centro de Estudios Avanzados (CINVESTAV), en ciudad de México, ha reportado un incremento en registro de patentes en un 550% pasando de 8 a 44 entre 2008 y 2012<sup>2</sup>. Mientras el Instituto de estudios superiores de Monterrey (ITESM) poseía 25 *spin-offs* incubadas y registró 61 patentes en el año 2012<sup>3</sup>.

En este contexto, este trabajo pretende explicar las condiciones y formas en que los procesos de transferencia tecnológica (TT) se están realizando en México, país donde recientemente han empezado do los procesos de transferencia de resultados de investigación científica. La revisión de la literatura muestra algunos (pocos) trabajos descriptivos que analizan la TT y los factores que promueven e inhiben la vinculación

---

<sup>2</sup> <http://svt.cinvestav.mx/ActividadesPropiedadIntelectual/Estadística.aspx>. [Octubre/3/2013]

<sup>3</sup> [http://ott.mty.itesm.mx/1\\_3.html](http://ott.mty.itesm.mx/1_3.html) [Octubre/3/2013]

academia-industria en el país (Aboites et al., 2002, 2008; Luna y Solleiro, 2007; Solleiro et al., 2008; ADIAT, 2008; ADIAT, 2010; CONACYT, 2010, Cabrero et al., 2011, Solleiro y Gaona, 2012), pero a la fecha no existen trabajos empíricos que analicen el desempeño de los organismos académicos públicos y privados generadores de conocimiento que activamente están participando en actividades de transferencia.

## **1.2. ANTECEDENTES Y MARCO GENERAL**

La transferencia de tecnología se puede definir como el mecanismo de propagación de *know-how*, conocimiento técnico o tecnología de una organización a otra (Roessner, 1993). De igual manera, la TT puede ser la aplicación de la información contenida en una innovación tecnológica en uso, que consiste en mover dicha tecnología de una organización de I+D a una organización receptora, típicamente una empresa privada. La tecnología está totalmente transferida cuando un producto derivado de ella se vende en el mercado (Gibson y Roger, 1994; Rogers et al., 2001). En forma más concreta, la TT es un proceso a través del cual, las ideas y conceptos se mueven del laboratorio al mercado (Phillips, 2002).

Antes de la década de los 80, la transferencia de tecnología usualmente se consideraba un fenómeno dentro de una misma empresa o entre diferentes empresas, como la diseminación de información a través de transferencias de personal de una división a otra, o de un país a otro (Zaltman et al., 1973; Jeannet y Liander, 1978). Allen (1979), por ejemplo, se enfocó específicamente en el flujo de transferencia de tecnología dentro de grandes organizaciones de investigación y desarrollo. Agmon y Von Glinow (1991) examinaron el papel que la corporación multinacional desempeñaba al facilitar la transferencia de conocimiento entre las naciones. A partir de la década de los ochenta, una serie de iniciativas promulgadas por el Congreso de los EEUU y su impacto sobre la transferencia de tecnología, en buena medida rigen la agenda subsecuente en los análisis académicos durante las siguientes dos décadas a nivel internacional (Bozeman, 2000). La mayor intervención gubernamental para fomentar el desarrollo tecnológico marcó el final del paradigma sustentado en principios de libre mercado, el cual afirmaba que la misión principal de las universidades era puramente educativa y proveedora de investigación básica para el dominio público (Rosenberg y Nelson, 1994). En contraste, las disposiciones de política pública en los EEUU incluyeron modificaciones a las políticas de patentes con el fin de expandir el uso de las tecnologías de gobierno, la flexibilización de regulaciones

anti-monopolio, la promoción para la cooperación en I+D entre gobierno, academia e industria y el desarrollo de centros de investigación y consorcios (Smilor y Gibson, 1991).

Aunque la transferencia de tecnología (TT) ha sido estudiada en la literatura desde el punto de vista económico, sociológico, antropológico y administrativo (Zhao y Reisman, 1992; Reisman, 2005), abarcando una diversidad de organizaciones generadoras y receptoras de la tecnología y/o conocimiento, este trabajo se enfoca específicamente en la TT inter-organizativa universidad-empresa asociada al *entrepreneurship* académico<sup>4</sup>.

Durante la década de los 90 y primeros años del 2000, la evaluación del impacto y de los resultados en materia de transferencia de tecnología universitaria se enfocó en una multitud de factores incluyendo a los resultados en materia económica producto del desarrollo tecnológico (Roessner y Wise, 1994; Storper, 1995; Saxenian, 1996); la generación de patentes y radicalidad de invenciones (Henderson et al., 1998; Shane, 2001); el papel de los laboratorios gubernamentales en la comercialización de la tecnología (Kelley, 1997; Crow y Bozeman, 1998); la creación de *spin offs* universitarias (Roberts, 1991; Stankiewicz, 1994; Radosevich, 1995; Carayannies et al., 1998; Steffensen et al., 1999; Chiesa y Picaluga, 2000); parques científicos (Felsenstein, 1994; Westhead, 1997); incubadoras de empresas (Mian, 1997; Colombo y Delmastro, 2002); y oficinas de vinculación industrial (Jones-Evans et al., 1999).

A partir del año 2000, se elaboran mapas conceptuales más refinados para la explicación de los fenómenos de la transferencia tecnológica ligados a un mayor número de ensayos empíricos que intentan contrastar los planteamientos teóricos. De acuerdo a Harmon et al. (1997) y Rothaermel et al. (2007), estos modelos teóricos pueden dividirse en tres grupos:

(a) Modelos lineales que siguen una secuencia unidireccional típicamente de ocho eventos o pasos partiendo del descubrimiento de un invento y su posterior notificación o divulgación a la OTT universitaria. El tercer paso consiste en la evaluación del invento de parte de la OTT para así considerar la viabilidad de proteger intelectualmente el activo

---

<sup>4</sup> Aunque los términos *entrepreneurship* académico y transferencia de tecnología universitaria han sido comúnmente utilizados como sinónimos, el primer término hace referencia a las motivaciones y búsqueda de oportunidades comerciales de los individuos ligados a la academia; el segundo analiza, a nivel universidad, los pasos y la interacción entre diferentes agentes que se involucran desde el descubrimiento de un invento hasta su inserción final en el mercado. Es decir, no todas las universidades que realizan TT se pueden denominar universidades con espíritu empresarial académico. Asimismo, si la TT no tiene como fin obtener ganancias comerciales, no puede considerarse motivo de estudio del *entrepreneurship* académico. V. O'Shea et al., 2004; Rothaermel et al., 2007; Guerrero y Urbano, 2012.

intangible. El cuarto paso tiene que ver con la solicitud, examen del invento y emisión de la patente. El quinto y sexto pasos lo constituyen la búsqueda de una empresa o empresario interesado en la tecnología y la negociación de los términos de la licencia. De llegar a un acuerdo contractual, en el séptimo paso, la empresa usa y adapta la tecnología para su comercialización o alternatively – octavo paso – se produce la fundación de una empresa *start up* o *spin off* para explotar en el mercado la tecnología (Rogers et al., 2001; Nlemvo et al., 2002; Thursby y Thursby, 2002; Friedman y Silberman, 2003; Siegel et al., 2004; Markman y Gianiodis et al., 2005a,b; Anderson et al., 2007; Clarysse y Wright et al., 2007; Mc Adam et al., 2007, Wood, 2011).

(b) Modelos de arreglos de red e interactivos, donde existe una retroalimentación permanente entre los agentes para mejorar la tecnología. En este modelo, los agentes participantes en los procesos de TT suelen establecer relaciones de largo plazo y relaciones informales al margen de la institución patrocinadora (Harmon et al., 1997; Amesse y Cohendet, 2001; O'Shea, 2004, 2008; Grandi y Grimaldi, 2005; Gorschek et al., 2006; Macho-Stadler y Perez-Castrillo, 2007).

(c) Modelos mixtos que incorporan elementos de los dos modelos arriba mencionados, por una parte resaltan la secuencia unidireccional del proceso, y por otra parte, señalan la necesidad de incorporar elementos tales como el capital social y las redes de los científicos; los mecanismos de transferencia informal –*academic engagement*–; motivaciones que van más allá de las estrictamente financieras; condiciones de desarrollo local; apoyo de políticas públicas, entre otras (Zucker y Darby, 1998; Bercovit y Feldman, 2006; Link, Siegel y Bozeman, 2007; Boardman, 2008; Kenney y Patton, 2009; Axanova, 2012; Khabiri et al., 2012; Perkmann et al., 2013).

De los tres tipos de modelos descritos, a continuación pasamos a exponer el modelo tradicional lineal de transferencia de tecnología universidad-industria (Siegel et al., 2004), el cual ha sido ampliamente difundido por poseer tanto una simplicidad para explicar el fenómeno, así como por contener todos los elementos relevantes sobre la TT. Este modelo se compone, como ya arriba se mencionó, de ocho etapas y es descrito y sustentado con la literatura más relevante a continuación.

Paso 1. El científico universitario realiza un descubrimiento.

Este modelo señala que el primer impulso que detona el proceso de transferencia tecnológica es el descubrimiento de un producto o proceso tecnológico con un potencial de

comercialización. La investigación científica universitaria tradicionalmente es patrocinada con financiación federal, sin embargo, otras fuentes incluyen fondos de gobiernos locales, fundaciones y, en forma creciente, fondos privados para el desarrollo conjunto entre la universidad y las empresas (Bozeman, 2000).

Esquemas de financiación privado incluyen programas de I+D para realizar investigación básica, estudios de factibilidad, desarrollo de prototipos, experimentación y consultoría. Esto es especialmente relevante en segmentos que requieren un alto nivel de capital científico humano e infraestructura tecnológica de vanguardia v.g. biotecnología. A través de la formalización de contratos con la universidad, las empresas buscan disminuir costes asociados a proyectos internos de investigación y fomentan la participación de las universidades en las demandas que encuentran dentro del mercado y la sociedad.

De este modo, el comienzo del proceso de transferencia puede ser impulsado desde un centro de investigación científica y sus resultados —*technological push*— o a través de los requerimientos y necesidades que la industria enfrenta en su entorno de mercado —*technological pull*— (Spann et al., 1995; Schilling, 2010). Esto nos conduce al siguiente paso en el modelo tradicional.

## Paso 2. Divulgación del invento a la oficina de transferencia de tecnología.

La ley Bayh-Dole de 1980 estipula que cualquier miembro de una facultad financiada con fondos federales que hubiese descubierto una nueva tecnología o invención era requerido para notificar por escrito dicho invento a la oficina de transferencia de tecnología (OTTs) de la Universidad (Friedman y Silberman, 2003). En consecuencia, las universidades impulsaron la creación de OTTs para facilitar la administración y comercialización de sus activos intangibles (Jensen, Thursby y Thursby, 2003; O'Shea, 2005; Clarysse y Wright, 2007; Decter et al., 2007; Clarysse, Tartari y Salter, 2011). En el periodo 1990-2012, el tamaño de las OTTs y el número e ingreso por contratos de licenciamiento se ha incrementado significativamente (Piccaluga y Baldessi, 2012).

Sin embargo, en las universidades es frecuente encontrar científicos que se abstienen de revelar sus descubrimientos a la OTT y prefieren individualmente promover sus inventos (Siegel et al., 2004; Rothaermel y Thursby, 2005; Gideon et al., 2005). Así, el personal de la OTT debe realizar un esfuerzo en alentar entre los académicos una disposición para revelar sus invenciones (Siegel et al., 2003c). De allí que las universidades han establecido sistemas de incentivos y recompensas entre los miembros de la facultad (Lach et al., 2004,

2008; Debackere y Veugelers, 2005). De igual modo, el número de notificaciones ha crecido en forma proporcional a la calidad de la facultad y del número de investigadores con alta producción científica (Zucker y Darby, 1998, 2002; Friedman y Silberman, 2003).

Una vez que la OTT recibe el informe técnico en forma detallada de la naturaleza, propósito, operación y las características físicas, químicas, biológicas o eléctricas de la invención, la oficina debe valorar la posibilidad de proteger el descubrimiento (ver tabla A1 en Anexo).

La función principal de la OTT es crear vínculos eficientes de transferencia de conocimiento u otras formas de propiedad intelectual entre la comunidad científica y el ámbito empresarial (Coupe, 2003; Siegel et al., 2004, Siegel y Veugeleers et al., 2007; O'Shea et al., 2005). La OTT acumula el conjunto de notificaciones y representa legalmente a la Universidad para llevar a cabo contratos de licenciamiento y otros proyectos I+D con la industria (Bercovitz et al., 2001; Jensen, Thursby y Thursby, 2003; Siegel, 2003a, 2003c). Sin embargo, del conjunto de notificaciones y revelaciones de inventos solamente una pequeña fracción será elegida para ser patentada. La OTT lleva a cabo una revisión exhaustiva donde evalúa entre otros aspectos: el potencial de generación de regalías, la factibilidad de licenciamiento de la tecnología, el área científica del invento, la radicalidad del invento, y la extensión del descubrimiento. A continuación se describe con mayor detalle cada uno de estas actividades. (Ver tabla A2 en Anexo).

(a) De acuerdo a diversos estudios, la generación de regalías y pagos por licencias es el principal objetivo que buscan las OTTs (Thursby et al., 2001; Siegel et al., 2004). De este modo, las OTTs suelen enfocar sus limitados recursos y capacidades en aquellas tecnologías de las que esperan un mayor y rápido beneficio económico, y en aquellos segmentos de alta tecnología con altas probabilidades de expansión (Lerner, 2005). Las OTTs realizan análisis costo-beneficio donde ponderan los flujos de caja futuros de las regalías por licencias contra los costos legales asociados a la protección intelectual del invento (Jensen y Thursby, 2001; Shane, 2004a).

(b) La mayoría de las OTTs analizan con profundidad las probabilidades de colocación comercial de las tecnologías entre diferentes demandantes empresariales, y subsecuentemente solicitan una patente en función de la identificación de posibles licenciarios de la tecnología (Jensen y Thursby, 2001).

(c) Las OTTs han evolucionado en los últimos años de ser generalistas han emprendido procesos de especialización por área científica especialmente en la medida que la investigación se tornó más intensiva y profunda (Siegel et al., 2004). Asimismo, algunos segmentos científicos notablemente revelan una mayor cantidad de descubrimientos v.g. biotecnología, tecnologías de la información, farmacéutica, nanotecnología y algunas áreas de ingeniería (Jensen y Thursby, 2001; Geuna y Nesta, 2006).

(d) Existen diferentes grados en la innovación tecnológica, lógicamente a mayor nivel de radicalidad, menor es la probabilidad de imitar la invención. Mientras que mejoras graduales y marginales no permiten alcanzar ventajas competitivas sostenibles (Shane, 2001; Nerkar y Shane, 2003; Schilling, 2010).

(e) Algunas tecnologías poseen un mayor potencial de comercialización que otras. Las OTTs suelen priorizar sus recursos para patentar sobre aquellos inventos base que puedan desarrollar una mayor gama de productos y procesos en el futuro (Thursby y Kemp, 2002; Schilling, 2010).

### Paso 3. Evaluación y solicitud de la patente.

Debido a restricciones presupuestarias, la OTT realiza una cuidadosa selección de las invenciones en las que solicitará una protección intelectual (PI). Cabe señalar que otros tipos de propiedad intelectual también se llevan a cabo a través de la OTT, *know-how*, secretos industriales y *copyright*. Este último es especialmente relevante en programas de *software* desarrollados dentro de las universidades. No obstante, los gastos relacionados con las patentes constituyen la mayor parte del presupuesto en las OTTs.

La mayoría de las ocasiones las universidades elegirán aplicar por una protección de patente nacional dado el alto costo de la búsqueda de una protección de patente internacional (Siegel et al., 2004). Además pueden existir costos adicionales como los pedidos de examinación prioritaria, re-examinación, tarifas de apelación, tarifas del tratado de cooperación de patentes (PCT) a nivel nacional e internacional que pueden fácilmente duplicar esa cifra.

Adicionalmente a los costes asociados a la solicitud de la patente, se deben considerar los costos legales. Es común que adicionalmente a su propio staff legal interno, las OTTs contraten los servicios de un especialista en protección intelectual que realice la búsqueda, redacte y registre la solicitud ante la oficina de patentes (USPTO) en EE UU o en Europa (EPO). Estos pagos legales pueden incrementar en varios miles de dólares el costo directo

de adquisición de la patente. Aun así, en los últimos años, el número de aplicaciones para la obtención de patentes ha aumentado significativamente en las universidades (Ver Tabla A3 en Anexo).

#### Paso 4. Emisión de la patente.

La búsqueda dentro de las bases de datos de la oficina de patentes puede llevar varias semanas, y el tiempo promedio que lleva desde la solicitud hasta la emisión de la patente es de 22 meses (Ver Tabla A4 en Anexo). Este retraso implica que pueden pasar varios años entre el tiempo en que se solicita una patente y la fecha en que la invención alcance el mercado (Jensen y Thursby, 2001).

#### Paso 5. Promoción de la tecnología entre empresas/emprendedores.

El objetivo principal, como ya se ha mencionado, de las OTTs es salvaguardar el capital intelectual de la universidad promoviendo la tecnología entre diversos clientes potenciales incluyendo a empresas públicas o privadas. La OTT puede promocionar en el mercado la tecnología, con asesoría de la propia facultad. Esto es, miembros de la facultad pueden auxiliar en la identificación de potenciales clientes corporativos interesados en la licencia (Siegel et al., 2004). La vinculación entre la universidad y la industria posee beneficios para ambas partes. Por una parte, la universidad puede acceder a una fuente significativa de ingresos, por otra parte, la industria puede acceder a tecnologías de punta obteniendo ventajas comparativas en el mercado. A su vez, los científicos pueden obtener fuentes de financiación adicionales para sus investigaciones en base al reparto de regalías otorgado por el sistema de recompensas, e incluso, sentar las bases para nuevos emprendimientos de parte de los académicos fundando nuevas empresas.

Diversos estudios señalan que las OTTs disminuyen la información asimétrica entre las empresas y los generadores de nuevo conocimiento al disminuir los costes de búsqueda de nuevas tecnologías (Lerner, 2005). A su vez, las OTTs constituyen un catalizador para dirimir conflictos de interés y valores entre la universidad, la industria y los investigadores científicos (Jacob et al., 2003; Hindle et al., 2004). Estos conflictos forman parte de la evolución observada en algunas universidades, las cuales han pasado de ser organizaciones donde el conocimiento se consideraba como un “bien público” a ser instituciones donde se ha establecido un régimen de conocimiento “académico capitalista” (Etzkowitz, 2000). En resumen, las OTTs son mediadoras entre los intereses de la comunidad científica que incluyen libertad académica para realizar ciencia básica, la difusión del conocimiento y la

contribución al desarrollo económico; y por otra parte, los intereses empresariales que incluyen altos márgenes de ganancia, rápido acceso de tecnologías aplicadas y la obtención de ventajas competitivas sostenibles (Thursby, Jensen y Thursby, 2001; Colyvas et al., 2002; Markman y Gianiodis, 2005a; O'Shea et al., 2005).

Una vez que la OTT ha contactado alguna(s) empresa(s) interesadas en la tecnología, comienza el proceso de negociación legal y contractual para el licenciamiento (Ver Tabla A5 en Anexo).

#### Paso 6. Negociación de los contratos de licencia

Las OTTs negocian los derechos de propiedad intelectual a nombre de la universidad generando contratos de licencia con diferentes postores (Friedman y Silberman, 2003). La evaluación del capital intangible suele descansar sobre premisas subjetivas dada la incertidumbre de los flujos futuros de caja de la innovación tecnológica (Bercovitz y Feldman, 2006). En muchas ocasiones, el acuerdo de licencia puede llevarse a cabo incluso antes de la protección intelectual de la invención (Jensen y Thursby, 2001; Siegel et al., 2003d).

Los contratos por licencia típicamente incluyen pago por emisión de la licencia, términos de la duración de la protección intelectual, confidencialidad, pago por regalías, términos de exclusividad total ó compartida, asistencia de la facultad, patrocinio adicional para el desarrollo del producto final, derechos futuros de opciones, entre otros. Los pagos por regalías típicamente oscilan entre 2% y 5% de las ganancias generadas por la licencia (Bray y Lee, 2000). De acuerdo a Powers y Mc Dougall (2005), los acuerdos también pueden incluir beneficios para la universidad en forma de un paquete accionario (equity), los cuales pueden resultar altamente redituables, una vez que las empresas realizan una oferta pública inicial en el mercado de capitales (Ver Tabla A6 en Anexo).

#### Paso 7. Empresas usan y adaptan la tecnología.

En la etapa final, la tecnología se convierte en un producto comercializable después de un proceso de desarrollo que puede implicar un largo período de tiempo (Thursby, 2001). El éxito en la transferencia requiere adaptaciones en procesos, nuevos productos y cambios organizativos innovadores (Siegel et al., 2004); existe un periodo de tiempo promedio de 4.17 años entre las demostraciones en laboratorio de las invenciones y su explotación comercial (Markman y Giadionis et al., 2005a). Las empresas suelen prestar la mayor atención al tiempo requerido para lanzar el producto al mercado dado que éste puede ser un

factor crucial de ventaja competitiva (Siegel et al., 2003d; Schilling, 2010). Así la cooperación entre los académicos universitarios y la empresa puede mantenerse por largo tiempo hasta el desarrollo final, e incluso posteriormente a la colocación de la nueva tecnología (Ver tabla A7 en Anexo).

#### Paso 8. Compañías *Spin-off* y *Startup*.

En situaciones en las que la tecnología revelada posee un carácter altamente prematuro y embrionario, representando un alto riesgo de inversión para empresas consolidadas ó emprendedores externos, la creación de *spin off* ó el licenciamiento de la tecnología a una *start up*<sup>5</sup> puede ser una alternativa para la comercialización universitaria (Shane, 2004a). De este modo, el científico universitario puede ser el emprendedor que funde y dirija una nueva compañía, se involucre como principal asesor técnico y/o mantenga una participación accionaria en la nueva empresa (Siegel et al., 2003d). Existen diversos motivos para que los científicos emprendan una experiencia empresarial aparte del rendimiento financiero, estos incluyen auto realización, atributos personales, sentido de independencia, mayor prestigio entre colegas, y promoción universitaria (Di Gregorio y Shane, 2003; Lockett y Wright, 2005a).

Las *spin offs* pasan por diferentes períodos críticos en su proceso de maduración, y en cada etapa la disponibilidad de recursos tales como capital semilla, *joint ventures* y OTTs suele ser crucial para su eventual éxito (Vohora et al., 2004; Wright et al., 2004b; Wright et al., 2007). Asimismo, es común que el desarrollo de *spin offs* sea patrocinado con el apoyo de incubadoras y parques científicos afiliados a las universidades. Así las universidades proveen de capital humano especializado, instalaciones especializadas y experiencia en el área tecnológica (Bercovitz y Feldman, 2006). A su vez, de acuerdo a Link y Scott (2005), la aglomeración de *spin offs* o *startups* alrededor de una universidad puede fomentar la creación de *clusters* especializados de alta tecnología con efectos colaterales positivos en términos de conocimiento y desarrollo económico regional (Ver tabla 8. Anexo I).

En conclusión, la revisión del modelo tradicional nos permite hacer una síntesis de los elementos más relevantes de la transferencia tecnológica académica (ver tabla 1.1).

---

<sup>5</sup> Roberts (1991) identifica el grado de dependencia sobre las tecnologías obtenidas en: directa, parcial o vaga. De este modo la Asociación de Administradores de Tecnología en Universidades (AUTM) define a las empresas como *spin off* (relación formal que involucra a miembros de la facultad originaria de la invención); *start ups* (relación informal que puede o no incluir miembros académicos), y *start ups* con relación no institucionalizada y vaga.

**Tabla 1.1. Resumen de las principales características de la transferencia de tecnología**

| <b>Elemento TT</b>                 | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipos de transferencia tecnológica | Dentro de una misma empresa v.g. entre divisiones<br>Entre diferentes empresas v.g. multinacionales<br>Inter-organizativa v.g. universidad y empresa)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Niveles de análisis                | Individual<br>Organizacional<br>Institucional<br>Sistémico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Agentes que intervienen            | Científicos Universitarios<br>Científicos de empresas<br>Emprendedores empresariales<br>Centros de investigación cooperativa universidad-empresa<br>OTTs universitarias<br>Parques científicos<br>Incubadoras / Aceleradoras<br>Empresas que interactúan con universidades<br>Empresas de capital de riesgo                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Ventajas                           | Para la Industria: disponibilidad de infraestructura especializada y capital humano para llevar a cabo investigaciones de largo plazo no rentables por su alto costo de desarrollo.<br>Para las universidades la ventaja de reinvertir en proyectos académicos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Razones                            | Restricciones presupuestarias en las universidades han propiciado la búsqueda de canales adicionales de financiación proveniente de la Industria<br>Legislación que permite la apropiación de fondos federales<br>Alta sofisticación en tecnologías necesarias para nuevos descubrimientos.<br>Los programas de transferencia de tecnología son un vehículo para transferir productos de investigación al público                                                                                                                                                                                   |
| Beneficios                         | Mayor ingreso para las universidades<br>Mayor desarrollo económico por creación de empresas de alta tecnología<br>Beneficios sociales por aportaciones científicas que mejoran el entorno colectivo<br>Formación de capital humano de alto nivel.<br>Financiación para investigación adicional<br>Adquisición de experiencia en el licenciamiento y negociaciones contractuales con la industria<br>Puede ser una herramienta de mercadotecnia para atraer estudiantes, facultad, financiación.<br>Obtener mayor prestigio y reputación “efecto halo” Empleos de alta calidad y desarrollo regional |
| Dificultades                       | Diferencias culturales entre empresarios y académicos<br>Información asimétrica entre la ciencia e industria por el valor de las innovaciones<br>Bajo presupuestos en la OTTs para gastos de PI y TT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Riesgos                            | Baja probabilidad de éxito en tecnologías embrionarias<br>Menor calidad de publicaciones entre los científicos<br>Transferencia no autorizada de materiales<br>Dilatación para divulgar y publicar descubrimientos<br>Descuido de la misión básica de la universidad de difundir el conocimiento y la investigación.<br>Riesgo de que los científicos emigren a la industria                                                                                                                                                                                                                        |
| Inconvenientes                     | Conflictos de interés entre las partes<br>Bajos pagos de salario a los estudiantes y apropiación de beneficios de los investigadores principales<br>Altos costos de transacción y búsqueda<br>Costos para profesionalizar y desarrollar capacidades gerenciales<br>El arreglo institucional para comercializar las invenciones de las universidades puede no ser socialmente óptimo (Kenney y Patton, 2009)                                                                                                                                                                                         |
| Sectores donde se ha estudiado     | Computación y tecnologías de la información, biotecnología y ciencias de la vida, nanotecnología, materiales, ingenierías, ciencias físicas, medicina.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Países                             | EUA, Reino Unido, Unión Europea, China, Japón, Corea, Singapur, Israel.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Metodologías                       | Cualitativas: entrevistas, revisión documental y Cuantitativas: encuestas, cuestionarios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                       |                                                                                                    |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Técnicas Estadísticas | Paramétricas: OLS, tobit, logit, binomial negativa, estocástica de frontera y no paramétricas: DEA |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fuente: En base a Mc Devitt et al. (2014) y elaboración propia.

Es notable resaltar que la lista de beneficios y ventajas sobrepasa a los inconvenientes y dificultades que enfrentan los agentes involucrados en los procesos de transferencia. Aún así, el modelo tradicional de transferencia tecnológica universitaria (TTU) que se ha analizado, ha sido objeto de numerosas críticas, en consecuencia, se han elaborado diversos modelos alternativos y mixtos que buscan complementar atributos observados en la TTU (Abreu, 2013; Perkmann et al., 2013). Dentro de las principales observaciones encontradas en la literatura al modelo tradicional podemos citar las siguientes:

(a) El estricto sentido lineal del modelo impide observar procesos de interdependencia entre los agentes así como relaciones de red y contactos personales entre científicos universitarios e industriales que usualmente mantienen una relación de largo plazo. Para Lita Nelsen, directora de la OTT del MIT, el proceso de TT es semejante a una “cadena alimenticia”, la cual se sustenta en delicados equilibrios y una constante retroalimentación entre los diferentes factores que componen el proceso (Shane, 2004a). De igual forma, el modelo no distingue que la TT puede ser muy diferente entre industrias con trayectorias históricas diversas v.g. biotecnología y óptica (Bradley et al., 2013).

(b) El modelo tradicional enfatiza los mecanismos formales de transferencia que incluyen las notificaciones de invento, patentes, licencias y *spin offs*. Sin embargo, los mecanismos informales de transferencia de tecnología, aunque difíciles de cuantificar (Debackere & Veugelers, 2005), han cobrado un interés creciente en la literatura (Hayter, 2011; AUTM, 2012; Perkmann et al., 2013). Estos incluyen consultoría, contactos informales, publicaciones conjuntas entre la universidad y la industria, participación conjunta en congresos, seminarios.etc.

(c) El contexto de la legislación americana (la ley Bayh-Dole) sirve de marco de referencia para la mayoría de los análisis empíricos sobre el desempeño en TT universitaria. De este modo, la mayor parte de los estudios se enfocan en experiencias en EE UU (Kenney y Patton, 2009; Bradley et al., 2013).

A pesar de lo anterior, después del año 2000 ha surgido alrededor del modelo teórico tradicional una vasta y productiva literatura, como arriba se ha observado, de trabajos empíricos que han buscado contrastar gran parte de los planteamientos teóricos planteados. Es posible señalar, que estas herramientas conceptuales pueden ser usadas en países menos

avanzados, los cuales recientemente han iniciado procesos de TTU. Es de esperarse que en la medida que la TTU se consolide y madure, modelos más avanzados sean adaptados y verificados empíricamente en los países en desarrollo. En tanto, este trabajo adapta como un ejercicio inicial el modelo teórico tradicional de TTU al caso específico de México.

### **1.3. OBJETIVO GENERAL**

En comparación con EEUU y Europa, la transferencia de tecnología es un fenómeno relativamente reciente en México. A pesar de que la transferencia de tecnología universitaria junto a una mayor vinculación academia-industria juegan un papel fundamental en los lineamientos plasmados en los programas de en ciencia y tecnología en México para el período 2008-2012 (PECITI, 2008); no existe hasta la fecha ningún estudio empírico sobre los determinantes de la transferencia de tecnología en el país. En este documento que se cita en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 se señala la obligatoriedad de la utilización de métodos de evaluación del desempeño como un instrumento para la mejora en la gestión sobre transferencia y vinculación. Si bien se han publicado informes sobre las barreras encontradas en México que inhiben la TT (ver tabla 1.2), las cuales incluyen las acciones compensatorias a seguir por diferentes actores para mejorar la TT, no existen informes con datos a nivel agregado ni estudios empíricos académicos que hayan evaluado este fenómeno.

Asimismo, en el año 2008 se realizaron modificaciones a la Ley de Ciencia y Tecnología para introducir las figuras de Unidades de Vinculación y Transferencia de Conocimiento (UVTC) para impulsar proyectos de innovación. Además, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, 2008) y la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico (ADIAT, 2008) emprendieron el estudio para la implantación de un modelo de transferencia de tecnología para México.

El anterior trabajo constituye uno de los pocos estudios realizados sobre el tema y buscaba comparar diversos esquemas internacionales que pudieran servir de base en la construcción de un modelo propio. El mencionado estudio fue una continuación natural de otro análisis comparativo realizado en 2006 sobre los sistemas nacionales de innovación entre México y España (ADIAT 2007). En el año 2006 funcionaban alrededor de 70 oficinas de transferencia de conocimiento en universidades, institutos, centros de

investigación y oficinas regionales dentro del país ibérico; por su parte, en México no existía ninguna institución que cumpliera los requisitos mínimos para el establecimiento de una oficina de transferencia de tecnología.

**Tabla 1.2. Diagnóstico de la transferencia de tecnología en México**

| Brechas                                                                                                            | Acciones compensatorias                                                                                                                                      | Responsable de la  |           | Comentarios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                    |                                                                                                                                                              | Gestión            | Acción    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Falta de cultura de transferencia de tecnología en investigadores                                                  | <i>Programa de promoción de transferencia de tecnología.</i>                                                                                                 | Gobierno IES y CPI | OTT       | Se requiere de un organismo de intermediación como la OTT, que promueva los beneficios de la TT entre los investigadores y documente y evalúe sus proyectos tecnológicos para llevarlos al mercado.                                                                                                                                                           |
| Débil protección de la propiedad intelectual y escaso apoyo en su manejo (pocas invenciones protegidas).           | <i>Definición e implementación de un manejo intensivo de propiedad intelectual.</i><br><br><i>Programa de cultura de respeto a la propiedad intelectual.</i> | IES y CPI          | OTT       | Nuevamente, las OTT como organismo deben contar con profesionales de la propiedad intelectual que puedan dar asesoría a investigadores, además de gestionar los derechos ante las autoridades correspondientes, cuando sean viables.                                                                                                                          |
| Falta de apoyos e incentivos a la TT y de infraestructura informática dedicada.                                    | <i>Programa de incentivos a la investigación aplicada.</i>                                                                                                   | Gobierno           | IES y CPI | Adicionalmente a los incentivos existentes para investigadores en el desarrollo de ciencia básica, se requiere fomentar la investigación aplicada y su transferencia a las empresas, así como apoyo del gobierno para la conformación de organismos como las OTT que manejen la infraestructura informática.                                                  |
| Mejora en la eficiencia del manejo de los recursos y apoyos financieros para la I+D+i, e incremento en los mismos. | <i>Revisión del marco regulatorio y programas de incentivos a la transferencia de tecnología.</i>                                                            | Gobierno           | IES y CPI | Es indispensable asegurar el retorno de la inversión en I+D+i, sea cual sea su monto, lo cual se puede realizar por medio de la transferencia de tecnología, mejorándola competitividad de las empresas. En este contexto, el establecimiento de una OTT coadyuva a la eficiencia al detectar oportunidades y llevar los desarrollos tecnológicos al mercado. |

Fuente: ADIAT 2008

El estudio de ADIAT (2008) señala las barreras encontradas en el sistema de transferencia de tecnología en México. En este contexto, sobresalen un marco legal y administrativo en proceso de cambio, la falta de visión innovadora, falta de experiencia en el manejo de la propiedad intelectual, bajos niveles de absorción tecnológica, una falta de cultura emprendedora y la investigación aplicada desconectada de las necesidades prioritarias actuales. Este estudio también identifica las limitaciones en la demanda, oferta, intermediación y entorno de la transferencia de tecnología en México. Sin embargo, es

necesaria la elaboración de estudios teórico-empíricos enfocados en explicar el fenómeno de la transferencia de tecnología en México, de ahí que este trabajo tenga como objetivo general la explicación sistematizada de este fenómeno en el país. La búsqueda de la respuesta a este objetivo general nos lleva a plantear tres preguntas específicas:

- (1) ¿Cuáles son los determinantes que explican y predicen los resultados en materia de transferencia tecnológica universitaria en México?
- (2) ¿Qué variables explican y predicen la formación de *spin offs* y empresas universitarias a partir de la transferencia tecnológica universitaria en México?
- (3) ¿Cuáles son los niveles de productividad y eficiencia en las unidades de TT en IES y CPIs en México?

El desarrollo de esta tesis ha buscado responder a estas incógnitas en los siguientes tres capítulos. El primer capítulo introduce un marco de referencia alrededor de la transferencia de tecnología universitaria. Esta tesis presenta varios modelos de transferencia de tecnología universitaria para su aplicación en países con menos grado de desarrollo tecnológico. Utilizando el modelo básico teórico de TTU (Siegel et al., 2004), se desarrollan tres modelos teórico-empíricos, para responder a la pregunta de investigación general sobre ¿Qué determina y explica el proceso de transferencia tecnológica y universitaria en México?

El segundo capítulo busca señalar los determinantes de la transferencia de tecnología universitaria en México. Este capítulo postula siete hipótesis, basadas en la teoría de los recursos y capacidades de la empresa. La primera hipótesis señala al capital humano como determinante positivo en la TTU. La segunda hipótesis señala que un mayor número de patentes en la cartera de la universidad predice de manera positiva los resultados de la TTU. La tercera hipótesis enfatiza que la experiencia y el tamaño del personal trabajando en las oficinas de transferencia de tecnología (OTT's) inciden de forma positiva en la TTU. La cuarta hipótesis señala que la cantidad de fondos públicos para investigación y desarrollo (I+D) impactan positivamente en la TTU. La quinta hipótesis señala que una mayor proporción de regalías asignadas al inventor fomenta positivamente la TTU. La sexta hipótesis señala que la existencia de una regulación institucional alienta positivamente la TTU. Y por último la séptima hipótesis hace énfasis en que el desarrollo de capacidades gerenciales en las OTT's incide positivamente en la TTU.

Para contrastar las hipótesis anteriores, este segundo capítulo utiliza dos modelos. El primer capítulo utiliza un modelo log lineal con la variable dependiente el logaritmo

natural del gasto privado para I+D. Los resultados señalan que el gasto público en I+D y el esfuerzo para la solicitud de patentes inciden positivamente en generar mayor inversión privada para I+D. El segundo modelo sigue la distribución de Poisson con transformación de Box-Cox, el cual arroja resultados que indican que la aplicación por patentes, el gasto público para la investigación y el desarrollo, la experiencia en transferencia de tecnología universitaria y el tipo de universidad (pública o privada) son determinantes para explicar la generación de contratos entre las universidades y la industria.

El tercer capítulo se refiere a los determinantes de la creación de *spin offs*. Este capítulo toma como referencia factores relacionados con las organizaciones, instituciones y el contexto ambiental para resolver el segundo objetivo sobre los determinantes que explican la creación de *spin offs*. Este análisis explica que la trayectoria histórica, la cultura pro empresarial, el tipo de universidad (privada o pública), el número de aplicación por patentes y el gasto público en I+D, inciden positivamente en la generación y creación de este tipo de empresas. Este capítulo señala que la existencia de las recién inauguradas oficinas de transferencia de tecnología (OTT's), la calidad de las entidades académicas, la disponibilidad de financiación y el grado de intensidad regional en I+D no parecen tener efectos significativos sobre los resultados de la TTU. Así, junto con factores ya analizados en el segundo capítulo, en éste se incorporan nuevas hipótesis relacionadas con la calidad de las instituciones de educación superior (IES), la trayectoria histórica y la disponibilidad de financiación como determinantes de la generación de empresas de base tecnológicas universitarias. Para contrastar las hipótesis se utilizan varias estimaciones del modelo binomial negativo de datos agrupados tipo micropanel. Los resultados señalan que la trayectoria histórica, la cultura pro empresarial de las IES, el esfuerzo por patentar y el gasto público para I+D, son determinantes para explicar la creación y generación de empresas *spin off* en México.

El cuarto y último capítulo utiliza las variables dependientes del segundo capítulo, es decir el gasto y número de acuerdos universidad-industria para evaluar los niveles de eficiencia y productividad de las unidades de transferencia de tecnología universitaria en México. De la misma manera, en este capítulo se retoman las variables independientes del gasto público para I+D (capítulos 2 y 3) y el tamaño del staff de las OTTs (capítulo 2), así como el gasto en propiedad intelectual para medir mediante un modelo de envolvimiento de datos (DEA) y un modelo estocástico de frontera (SFE), los niveles de eficiencia productiva de los centros públicos de investigación (CPI's) y de las principales

universidades en México. Los resultados arrojan una alta uniformidad en la eficiencia de las unidades de TT en México, asimismo se observa que entre los períodos 2012 y 2013 solamente hubo un ligero desplazamiento global de la frontera productiva equivalente al 1.1%

A lo largo de este trabajo se ha logrado identificar los principales factores que explican la TTU en México. Este trabajo seminal, busca abrir nuevas líneas de investigación teóricas y empíricas en el país. Los diseñadores de las políticas públicas universitarias y tecnológicas en México, deberían observar este estudio como base para el establecimiento de nuevas reglamentaciones institucionales y organizativas en materia de transferencia de tecnología universitaria.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aboites, J., Cimoli, M. (2002). Intellectual property rights and national innovation systems - Some lessons from the Mexican experience. *Revue d'économie industrielle*, 99(1), 215-232.
- Aboites, J., Soria, M. (2008). *Economía del conocimiento y propiedad Intelectual, Lecciones para la economía mexicana*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Siglo XXI.
- Abreu, M., Grinevich, V. (2013). The nature of academic entrepreneurship in the UK: Widening the focus on entrepreneurial activities. *Research Policy*, 42, 408-422.
- ADIAT (2007). *Estudio comparativo de los sistemas de innovación México-España*. México: Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico-ADIAT.
- ADIAT (2008). *Desarrollo de un modelo de transferencia de tecnología para México*. México: Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico-ADIAT.
- ADIAT (2010). *Oficinas de Transferencia de Tecnología. Fundamentos para su Formación y operación en México*. México: Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico-ADIAT.
- Agmon, T., Von Glinow, M. (1991). *Technology Transfer in International Business*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Agrawal, A. (2001). University-to-industry knowledge transfer: literature review and unanswered questions. *International Journal of Management Reviews*, 2(4), 285-302.
- Allen, T. J., Tushman, M.L., Lee, D. M. (1979). Technology transfer as a function of position in the spectrum from research through development to technical services. *Academy of Management Journal*, 22(4), 694-708.
- Amesse, F., Cohendet, P. (2001). Technology transfer revisited from the perspective of the knowledge based economy. *Research Policy*, 30, 1459-1478.
- Anderson, T., Daim, T., Lavoie, F. (2007). Measuring the efficiency of university technology transfer. *Technovation*, 27, 306-318.

- Audretsch, D. B., Lehmann, E. E., Warning, S. (2005). University spillovers and new firm location. *Research Policy*, 34, 1113-1122.
- Autio, E., Laamanen, T. (1995). Measurement and evaluation of technology-transfer review of technology-transfer mechanisms and indicators. *International Journal of Technology Management*, 10(7–8), 643–664.
- AUTM. (2012). *Licensing Activity Survey*. Deerfield, IL. USA: Association of University Technology Managers.
- ASTP. (2010). *Summary Respondent Report: ASTP Survey for Fiscal Year 2008*. Leiden: Association of European Science and Technology Transfer Professionals.
- Axanova, L. (2012). U.S. Academic technology transfer models: traditional, experimental and hypothetical. *Les Nouvelles*, 2, 125-137.
- Baldini, N. (2009). Implementing Bayh–Dole-like laws: faculty problems and their impact on university patenting activity. *Research Policy*, 38, 1217–1224.
- Bercovitz J., Feldmann, M. (2006). Entrepreneurial universities and technology transfer: A conceptual framework for understanding knowledge-based economic development. *Journal of Technology Transfer*, 31, 175-188.
- Boardman, C. P. (2008). Beyond the stars: The impact of affiliation with university biotechnology centers on the industrial involvement of university scientists. *Technovation*, 28, 291-297.
- Bok, Derek. (2003). *Universities in the Marketplace: the Commercialization of Higher Education*. New Jersey: Princeton University Press.
- Bozeman, B. (2000). Technology Transfer and Public Policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29, 627-655.
- Bozeman, B., Fay, D., Slade, C. (2013). Research collaboration in universities and academic entrepreneurship: the-state-of-the-art. *Journal of Technology Transfer*, 38, 1–67.
- Bradley, S., Hayter, C., Link, A. (2013). Models and methods of university technology transfer. Working Paper. 13-10. June. The University of North Carolina Greensboro, 1-73.

- Bray, M. J., Lee, J. N. (2000). University Revenues from Technology Transfer Licensing Fees vs. Equity Positions. *Journal of Business Venturing*, 15, 385-392.
- Cabrero, E., Cárdenas, S., Arellano, D. Ramírez, E. (2011). La vinculación entre la universidad y la industria en México. Una revisión a los hallazgos de la Encuesta Nacional de Vinculación. Perfiles Educativos. *Revista de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 23, 186-199.
- Caldera, A., Debande, O. (2010). Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis. *Research Policy*, 39, 1160-1173.
- Carayannis, Elias G., Rogers, E.M., Kurihara, K., Allbritton, M.M. (1998). High technology spin-offs from government R&D laboratories and research institutes. *Technovation*, 18(1), 1-10.
- Chiesa, V., Piccaluga, A. (2000). Exploitation and diffusion of public research: the case of academic spin-off companies in Italy. *R&D Management*, 30(4), 329-339.
- Clarysse, B., Wright, M., Lockett, A., Mustar, P., Knockaert, M. (2007). Academic spin-offs, formal technology transfer and capital raising. *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 609-640.
- Clarysse, B., Tartari, V., Salter, A. (2011). The impact of the entrepreneurial capacity, experience and organizational support on academic entrepreneurship. *Research Policy*, 40, 1084-1093.
- Cohen, W. M., Florida, R., Randazzese, L., Walsh, J. (1998). Industry and the academy: uneasy partners in the cause of technological advance. In: Roger, Noll. (Ed.), *Challenges to Research Universities*. Washington, DC: The Brookings Institution, 171-199.
- Colombo, M. G., Delmastro, M. (2002). How effective are technology incubators? Evidence from Italy. *Research Policy*, 31, 1103-1122.
- Colyvas, J., Crow, M., Gelijns, A., Mazzoleni, R., Nelson, R., Sampat, B. N. (2002). How Do University Inventions Get into Practice? *Management Science*, 48(1), 61-72.
- CONACYT. (2008). *Informe General del Estado de la Ciencia y Tecnología*. México: CONACYT.

- CONACYT. (2010). *Informe General del Estado de la Ciencia y Tecnología*. México: CONACYT.
- Coupe, T. (2003). Science Is Golden: Academic R&D and University Patents. *Journal of Technology Transfer*, 28(1), 31-46.
- Correa, C.M. (1999). Trends in technology transfer –implications for developing countries. *Science and Public Policy*, 21(6), 369.
- Crow, M., Bozeman, B. (1998). *Limited by Design: R&D Laboratories in the US National Innovation System*. New York: Columbia University Press.
- Dasgupta, P.; David, P. A. (1994). Toward a new Economics of Science. *Research Policy*, 23, 487-521.
- Debackere, K., Veugelers, R. (2005). The role of academic technology transfer organizations in improving industry science links. *Research Policy*, 35, 321-342.
- Decter, M., Benett, D., Leseure, M. (2007). University to business technology transfer – UK and USA comparisons. *Technovation*, 27, 145-155.
- Di Gregorio, D., and Shane, S. (2003). Why do some universities generate more start-ups than others? *Research Policy*, 32, 209-227.
- Erosa, V.E. (2012). Dealing with cultural issues in the Triple Helix Model implementation; a comparison among Government, University and Business Culture.” *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 52, 25-34.
- Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123
- Etzkowitz, H., Webster A., Gebhardt, C., Terra, B. (2000). The future of the university and the University of the Future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*, 29(2), 313-330.
- Etzkowitz, H. (2002). *MIT and the Rise of Entrepreneurial Science*. London: Routledge.
- European Commission Expert Group. (2004). *Management of Intellectual Property in Publicly Funded Research Organizations: Towards European Guidelines*. Luxembourg: European Commission.
- Feldman, M.P., Feller, I., Bercovitz, J.L., y Burton, R. (2001)- Understanding evolving

- University-industry relationships. *In Innovation Policy in the Knowledge-based Economy* (pp. 171-188). Springer US.
- Feller, I., Roessner, D. (1995). What does industry expect from university partnerships: congress wants to see bottom-line results from industry government programs, but that is not what the participating companies are seeking? *Issues in Science and Technology*, 12(1), 80.
- Felsenstein, D. (1994). University-related science parks: seedbeds or enclaves of innovation. *Technovation*, 14(2), 93–110.
- Franzoni, C., Lissoni, F. (2006). Academic entrepreneurship, patents, and spin-offs: critical issues and lessons for Europe. Working Paper 180. Milano, Italy: Università Commerciale Luigi Bocconi – *CESPRI*.
- Friedman, J., Silberman, J. (2003). University technology transfer: do incentives, management and location matter? *Journal of Technology Transfer*, 28, 17-30.
- Geuna, A., Nesta, L. (2006). University patenting and its effects on academic research: The emerging European evidence. *Research policy*, 35(6), 790-807.
- Gibson, D. V., Rogers, E. M. (1994). *R&D Collaboration on Trial: The Microelectronics and Computer Technology Corporation*. Cambridge, MA: Harvard Business Press.
- Gideon, D. M., Gideon, D., Phan, P. H., Balkin, D. B., Gianiodis, P. T. (2005). Entrepreneurship and university-based technology transfer. *Journal of Business Venturing*, 20, 241-263.
- Goldfarb, B., Henrekson M. (2003). Bottom-up versus top-down policies towards the commercialization of university intellectual property. *Research Policy*, 32, 639-658.
- Gorschek, T., Wohlin, C., Garre, P., Larsson, S. (2006). A model for technology transfer in practice. *IEEE Computer Society*, 88-95.
- Grandi, A.; Grimaldi, R. (2005). Academics' organizational characteristics and the generation of successful business ideas. *Journal of Business Venturing* 20, 821–845
- Grimaldi, R., Kenny, M., Siegel, D., Wright, M. (2011). 30 years after Bayh-Dole: Reassessing academic entrepreneurship. *Research Policy*, 40, 1045-1057
- Guerrero, M., Urbano, D. (2012). The Development of Entrepreneurial University. *The Journal of Technology Transfer*, 37: 47-74.

- Harmon, B., Ardishvili, A., Cardozo, R., Elder, T., Leuthold, J., Parshall, J., Smith, D. (1997). Mapping the university technology transfer process. *Journal of Business venturing*, 12(6), 423-434.
- Hayter, C.S. (2001). In search of the profit-maximizing actor: motivations and definitions of success from nascent academic entrepreneurs. *The journal of Technology Transfer*, 36(3), 340-352.
- Heher, A. D. (2005). Implications for technology Transfer Benchmarks for Developing Countries. *International Journal of Technology Management and Sustainable Development*, 4(3), 207-225.
- Henderson, R., Jaffe, A., Tractenberg, M. (1998). Universities as a source of commercial technology: A detailed analysis of university patenting, 1965-1988. *The Review of Economics and Statistics* 80, 119-127.
- Hindle, K., and Yencken, J. (2004). Public research commercialization, entrepreneurship and new technology based firms: an integrated model. *Technovation*, 24, 794-803.
- Huang, W.L., Fenney, M., Welch, E., (2011). Organizational and individual determinants of patent production of academic scientists and engineers in the United States. *Science and Public Policy*, 38(6), 463-479.
- IBT. (2011). *Instituto de Biotecnología. Informe de actividades 2011*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jacob, M., Lundqvist, M., Hellsmark, H. (2003). Entrepreneurial transformations in the Swedish University system: the case of Chalmers University of Technology. *Research Policy*, 32, 1555-1568.
- Jeannet, J. P., Liander, B. (1978). Some patterns in the transfer of technology within multinational corporations. *Journal International of Business Studies*, 3, 108-118.
- Jensen, R., Thursby, M. (2001). Proofs and prototypes for sale: The licensing of university inventions. *The American Economic Review*, 91, 240-259.
- Jensen, R. A., Thursby, J. G., Thursby, M. C. (2003). Disclosure and licensing of University inventions: 'The best we can do with the s\*\*t we get to work with'. *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1271-1300.

- Jones-Evans, D., Klofsten, M., Anderson, E., Pandia, D. (1999). Creating a bridge between university and industry in small European Countries: the role of the Industrial Liaison Office. *R&D Management*, 29(1), 47-56.
- Kelley, M.R. (1997). From mission to commercial orientation: perils and possibilities for federal industrial technology policy. *Economic Development Quarterly*, 11(4), 313–328.
- Kenney, M., Patton, D. (2009). Reconsidering the Bayh-Dole Act and the current university invention ownership model. *Research Policy*, 38, 1407-1422.
- Khabiri, N., Rast, S., Senin, A. (2012). Identifying main influential elements in technology transfer process: A conceptual model. *Procedia social and behavioral sciences*, 40, 417-423.
- Lach, S., Schankerman, M. (2004). Royalty sharing and technology licensing in universities. *Journal of European Economic Association*, 2 (2/3), 252–264.
- Lach, S., Schankerman, M. (2008). Summer. Incentives and invention in universities. *The Rand Journal of Economics*, 39, 403-433.
- Lee, Y., Gaertner, R., (1994). Technology transfer from university to industry: A large-scale experiment with technology development and commercialization. *Policy Studies Journal* 22(2), 370-384.
- Lee, Y.S. (1998). University–industry collaboration on technology transfer: views from the ivory tower. *Policy Studies Journal*, 26(1), 69–84.
- Lerner, J. (2005). The University and the startup: Lesson from the past two decades. *The Journal of Technology Transfer*, 30(1-2), 49-56.
- Leydesdorff, L., Etkowitz, H. (1996). Emergence of a Triple helix of University-Industry-Government Relations. *Science and Public Policy*, 23, 279-286.
- Link, A. N., Scott, J. T., Siegel, D. S. (2003a). The economics of intellectual property at universities: an overview of the special issue. *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1217-1225.
- Link, A. N., Scott, J. T. (2005). Opening the ivory tower's door: An analysis of the determinants of the formation of U.S. university spin-off companies. *Research Policy*, 34, 1106-1112.

- Link, A.N., Siegel, D.S., y Bozeman, B. (2007). An empirical analysis of the propensity of academics to engage in informal university technology transfer. *Industrial and corporate change*, 16(4), 641-655.
- Lissoni, F. (2012). Academic patenting in Europe: An overview of recent research and new perspectives. *World Patent Information*, 34, 197-206.
- Litan, R., Mitchell, L., Reedy, E. (2007). The university as innovator: bumps in the road. *Issues in Science and Technology*, 23(4), 57-66.
- Lockett, A., Wright, M. (2005a). Resources, capabilities, risk capital and the creation of university spin-out companies. *Research Policy*, 34, 1043-1057.
- Lockett, A., Siegel, D., Wright, M., Ensley, M. D. (2005b). The creation of spin-off firms at public research institutions: managerial and Policy Implications. *Research Policy*, 34, 981-993.
- Luna, K., Solleiro, J. (2007). La gestión de propiedad intelectual en centros de investigación mexicanos: el caso del instituto mexicano del petróleo. *Journal of Technology Management & Innovation*, 2(2), 157-169.
- Lynn, L.H., Reddy, N.M., Aram, J.D. (1996). Linking technology and institutions — the innovation community framework. *Research Policy*, 25(1), 91–106.
- Macho, I., Pérez. D., Veugelers, R. (2007). Licensing of university inventions: The role of a technology transfer office. *International Journal of Industrial Organization*, 25, 483-510.
- Markman, G., Gianiodis, P. T., Phan, P. H., Balkin, D. B. (2005a). Innovation speed: Transferring university technology to market. *Research Policy*, 34, 1058-1075.
- Markman G., Phan P., Balkin D., Gianiodis P. (2005b). Entrepreneurship and university-based technology transfer. *Journal of Business Venturing*, 20, 241-263.
- Markman, G., Siegel, D., Wright, M. (2008). Research and Technology Commercialization. *Journal of Management Studies*, 45(8), 1401-1421.
- McAdam, R., Keogh, W., Galbraith, B., Laurie, D. (2007). Defining and improving technology transfer business and management processes in university innovation centres. *Technovation*, 25, 1418-1429.

- McDevitt, V. L., Mendez-Hinds, J., Winwood, D., Nijhawan, V., Sherer, T., Ritter, J. F., Sanberg, P. R. (2014). More than money: The exponential impact of academic technology transfer. *Technology and innovation*, 16(1), 75.
- Meyers, A. D., Pruthi, S. (2011). Academic entrepreneurship, entrepreneurial universities and biotechnology. *Journal of Commercial Biotechnology*, 17, 349–357
- Meyer, M. (2003). Academic entrepreneurs or entrepreneurial academics? Research-based ventures and public support mechanisms. *R&D Management*, 33(2), 107-115
- Mian, S. A. (1997). Assessing and Managing the University Technology Business Incubator: An Integrative Framework. *Journal of Business Venturing*, 12, 251-285.
- Mowery, D.C., Nelson, R.R., Sampat, B.N., Ziedonis, A. A. (2001). The growth of patenting and licensing by U.S. universities: an assessment of the effects of the Bayh-Dole act in 1980. *Research Policy*, 30, 99-119.
- Mowery, D.C., Sampat, B. N. (2005). The Bayh-Dole Act of 1980 and University-Industry Technology Transfer: A Model for Other OECD Governments. *Journal of Technology Transfer*, 30, 115-127.
- Nerkar, A., Shane, S. (2003). When do start-ups that exploit patented academic Knowledge survive? *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1391-1410.
- Nlemvo, F., Pirnay, F., Surlemont, V. (2002). A stage model of academic spin-off creation. *Technovation*, 22, 281-289.
- OECD. (1999). *University Research in Transition*, Organization for Economic Co-operation and Development. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.
- OECD. (2003). *Turning Science into Business. Patenting and Licensing at Public Research Organizations*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.
- O'Shea, R., Allen, T.J., O'Gorman, C., Roche, F. (2004). Universities and technology transfer: a review of academic entrepreneurship literature. *Irish Journal of Management*, 25(2), 11-29.
- O'Shea, R., Allen, T. J., Chevalier, A., Roche, F. (2005). Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of U.S. universities. *Research Policy*, 34, 994-1009.

- O'Shea, R., Chugh, H., Allen, T. J. (2008). Determinants and consequences of university spin-off activity: A conceptual framework. *Journal of Technology Transfer*, 33(6), 653–666.
- Owen-Smith, J., Powell, W.W. (2001). To patent or not: faculty decisions and institutional success at technology transfer. *Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), 99-114.
- Pavitt, K. (2001). Public policies to support basic research: What can the rest of world learn from US theory and practice? (and what they should not learn). *Research Policy*, 26:317-30.
- PECITI. (2008-2012). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012*. México, D.F: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Gobierno Federal.
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'Este, P., Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423-442.
- Phan, P.H., Siegel, D.S. (2006). The effectiveness of university technology transfer: lessons learned from qualitative and quantitative research in the US and UK. *Foundations and Trends in Entrepreneurship*, 2, 66–144.
- Phillips, R. (2002). Technology Business Incubators: How Effective Is Technology Transfer Mechanisms? *Technology in Society*, 24(3), 299-316.
- Piccaluga, A., Baldessi, C., (2012). *The Proton Europe Ninth Annual Survey Report (Fiscal year 2011)*. Brussels, Belgium: Proton Europe.
- Powers, J. B., McDougall, P. P. (2005). University start-up formation and technology licensing with firms that go public: a resource-based view of academic entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, 20, 291-311.
- Radosevich, R. (1995). A model for entrepreneurial spin-offs from public technology sources. *International Journal of Technology Management*, 10, 879-893
- Rasmussen, E., Borch, O. J. (2010). University capabilities in facilitating entrepreneurship: A longitudinal study of spin off ventures at mid-range universities. *Research Policy*, 39, 602-612.
- RedOTRI (2011). *Informe de la Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2011*. España: CRUE-RedOTRI.

- Roberts, E. (1991). *Entrepreneurs in High Technology*. New York: Oxford University Press.
- Rogers, E., Takegami, S., Yin, J. (2001). Lessons learned about technology transfer. *Technovation*, 21, 253-261.
- Rosenberg, N., Nelson, R.R. (1994). American universities and technical advance in industry. *Research Policy*, 23, 323–348.
- Rothaermel, F. T., Thursby, M. (2005). University–incubator firm knowledge flows: assessing their impact on incubator firm performance. *Research Policy*, 34, 305-320.
- Rothaermel, F. T., Agung, S., Jiang, L. (2007). University entrepreneurship: a taxonomy of the literature. *Industrial and Corporate Change*, 16, 691–791.
- Roessner, J. D. (1993). What Companies Want From the Federal Labs. *Issues in Science and Technology*, 10(1), 37-42.
- Roessner, J.D., Wise, A. (1994). Public-policy and emerging sources of technology and technical-information available to industry. *Policy Studies Journal*, 22(2), 349–358.
- Saxenian, A. L. (1996). *Regional Advantage: culture and competition in Silicon Valley and Route 128*. Boston: Harvard University Press.
- Schilling, M. A. (2010). *Strategic Management of Technological Innovation*. (3rd Ed.) New York: Mc Graw Hill.
- Shane, S. (2001). Technological opportunities and new firm creation. *Management Science*, 47, 205-220.
- Shane, S. (2004a). *Academic Entrepreneurship; University Spinoffs and Wealth Creation*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Shane, S. (2004b). Encouraging university entrepreneurship? The effect of the Bayh-Dole Act on university patenting in the United States. *Journal of Business Venturing*, 19(1), 127-151.
- Siegel, D. S., Waldman, D. A., Atwater, L. E., Link, A. N. (2003a). Commercial knowledge transfers from universities to firms: improving the effectiveness of university–industry collaboration. *Journal of High Technology Management Research*, 14, 111-133.

- Siegel, D. S., Westhead, P., and Wright, M. (2003b). Science Parks and the Performance of New Technology-Based Firms: A Review of Recent U.K. Evidence and an Agenda for Future Research. *Small Business Economics*, 20, 177-184.
- Siegel, D.S., Waldman, D., Link, A. (2003c). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy*, 32, 27-48.
- Siegel, D., Westhead, P., Wright, M. (2003d). Assessing the impact of university science parks on research productivity: exploratory firm-level evidence from the United Kingdom. *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1357-1369.
- Siegel, D. S., Phan, P.H., (2004.) Analyzing the Effectiveness of University Technology Transfer: Implications for Entrepreneurship Education. Working Paper No. 0426. Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY.
- Siegel, D. S., Veugelers, R., and Wright, M. (2007). Technology transfer offices and commercialization of university intellectual property: performance and policy implications. *Oxford Review of Economic Policy*, 23(4), 640-660.
- Siegel, D., Waldman, D., Atwater, L., Link, A.N. (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technologies. *Journal of Engineering and Technology Management*, 21, 115-142.
- Siegel D., Wright, M. (2007). Intellectual property: the assessment. *Oxford Review of Economic Policy*, 23(4), 529-540.
- Slaughter, S., Leslie, L. L. (1997). *Academic Capitalism: Politics, Policies, and the Entrepreneurial University*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Smilor, R., Gibson, D. (1991). Accelerating technology transfer in R&D consortia. *Research Technology Management*, 34(1), 44.
- Solleiro, J., Castañón, L., Rosario, I. (2008). *Gestión Tecnológica: conceptos y prácticas*. México: Plaza y Valdés.
- Solleiro, J. L., Gaona, C. (2012). Promotion of a regional innovation system: the case of the State of Mexico. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 52, 110-119.

- Spann, M., Adams, M., Souder, W. (1995). Measures of technology transfer effectiveness: key dimensions and differences in their use by sponsors, developers and adopters. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 42 (1).
- Stankiewicz, R. (1994). University firms: spin-off companies from universities. *Science and Public Policy*, 21(2), 99-107
- Steffensen, M., Rogers, E. M., Speakman, K. (1999). Spin-offs from Research Centers in a Research University. *Journal of Business Venturing*, 15, 93-111.
- Storper, M. (1995). Regional technology coalitions: an essential dimension of national technology policy. *Research Policy*, 24(6), 895–913.
- Thursby, J. G., Jensen, R., Thursby, M. C. (2001). Objectives, Characteristics and Outcomes of University Licensing: A Survey of Major U.S. Universities. *Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), 59-72.
- Thursby, J. G., Thursby, M. C. (2002). Who is selling the Ivory Tower? Sources of Growth in University Licensing. *Management Science*, 48(1), 90-104.
- Thursby, J. G., Kemp S. (2002b). Growth and productive efficiency of university intellectual property licensing. *Research Policy*, 31, 109-124.
- Vohora, A., Lockett, A., Wright, M. (2004). Critical junctures in the development of university high-tech spin out companies. *Research Policy*, 33(1), 147-175.
- Welsh R., Glenna L., Lacy, W., Biscotti D. (2008). Close enough but not too far: Assessing the effects of university-industry research relationships and the rise of academic capitalism. *Research Policy*, 37, 1854-1864.
- Westhead, P. (1997). R&D 'inputs' and 'outputs' of technology-based firms located on and off science parks. *R&D Management*, 27(1), 45-62.
- Wood, M. (2011). A process model of academic entrepreneurship. *Business Horizons*, 54, 153-161.
- Wright, M., Vohora, A., Lockett, A. (2004b). The Formation of High-Tech University Spinouts: The Role of Joint Ventures and Venture Capital Investors. *Journal of Technology Transfer*, 29(3-4), 287-310.
- Wright, M., Clarysse, B., Mustar, P., Lockett, A. (2007). *Academic entrepreneurship in Europe*. London: Edward Elgar.

- Zaltman, G., Dundan, R., Holbeck, J. (1973). *Innovation and Organizations*. New York: John Wiley.
- Zhao, L.M., Reisman, A. (1992). Toward meta research on technology transfer. *IEEE Transactions on Engineering management*, 39(1), 13-21.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., Brewer, M. B. (1998). Intellectual human capital and the birth of U.S. biotechnology enterprises. *The American Economic Review*, 88(1), 290-306.
- Zucker, L. G., Darby, M. R. (2002). Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology. *Management Science*, 48, 138-153.

## **CAPÍTULO 2**

### **DETERMINANTES DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA UNIVERSITARIA**



## **RESUMEN**

Este capítulo analiza los factores predominantes en la explicación del desempeño de la transferencia de tecnología universitaria en México, país que a partir de 2011 ha fomentado la creación y desarrollo de Oficinas de Transferencia de Tecnología. Los datos del estudio permiten concluir que el gasto público en I+D, la experiencia de los responsables de la transferencia de tecnología y el esfuerzo en la solicitud de patentes son factores determinantes; mientras que la calidad de los Institutos de Educación Superior, el número de notificación de inventos y la regulación institucional aún no parecen desempeñar un papel relevante en los procesos de transferencia de tecnología en México.

## **Palabras clave**

Transferencia de tecnología universitaria, teoría de recursos y capacidades, gasto privado para investigación y desarrollo, regulación institucional, acuerdos de colaboración universidad-industria.

## 2.1. INTRODUCCIÓN

Entendiendo la transferencia de tecnología universitaria (TTU) como el proceso de comercialización en el mercado de los inventos y descubrimientos protegidos intelectualmente de las universidades y centros de investigación académicos (Shane, 2004a; Wright et al., 2007), el elevado número de artículos académicos que analizan la transferencia tecnológica y el espíritu empresarial académico en los últimos años tiene su origen en las ventajas resultantes observadas a partir de este fenómeno (Abreu et al., 2013; Agarwal & Shah, 2014; Bozeman et al., 2015). Un desarrollo eficiente de ésta conlleva los siguientes beneficios: mayores ingresos adicionales para investigación en las universidades, la creación de fuentes de empleo de alta calidad a través de la fundación de nuevas empresas, mejores vínculos de cooperación universidad-industria, y mayores niveles de desarrollo económico entre regiones y naciones, entre otros (Reisman, 1989; Zhao y Reisman, 1992; Saxenian, 1996; O'Shea et al., 2005, 2007, 2008; Caldera y Debande, 2010; Etzkowitz y Viale, 2010, Goldstein et al., 2012; Roessner et al., 2013). En resumen, la transferencia de tecnología (TT) es un medio hacia el desarrollo socio-económico, una mejor calidad de vida y la creación de un sistema de valores (Reddy & Zhao, 1990; Bozeman, 2000). Esto ha despertado de manera lógica el interés entre los agentes vinculados con las áreas de la ciencia, educación, política, economía y fomento industrial (Grimaldi et al., 2011; Autio et al., 2014; Link et al., 2015).

La literatura cita diversos canales de comercialización de la producción científica universitaria, entre los que sobresalen: el número de contratos y cuantía de los ingresos en investigación y desarrollo, el número y cuantía de los ingresos de licencias negociadas con la industria, la cartera de patentes, el número de notificaciones y patentes obtenidas por nuevos inventos, y el número de *spin offs* creadas (Siegel et al., 2003b; Chapple et al., 2005; O'Shea et al., 2005; Chukumba y Jensen, 2005; Lach y Schankerman, 2008). Por otro lado, entre los factores más relevantes que explican las variaciones entre las instituciones de educación superior (IES) y los centros de investigación respecto al desempeño en transferencia de conocimiento destacan: la calidad académica, las notificaciones de descubrimientos a las OTTs y las aplicaciones correspondientes para la protección intelectual de dichos inventos, la regulación y un sistema de incentivos para los investigadores en las universidades, la intensidad en la investigación regional, la calidad y experiencia de las oficinas de transferencia tecnológica (OTTs), el tipo de propiedad (privada o pública) de la universidad, y la existencia de parques científicos o incubadoras

(Jensen y Thursby, 2001; Thursby y Kemp, 2002; Thursby y Thursby, 2002; Siegel et al., 2003a; Di Gregorio y Shane, 2003; Siegel et al., 2007; González et al., 2013; Guerrero et al., 2015).

A pesar de que los análisis sobre los mecanismos y canales de transferencia de tecnología universitaria se incrementaron en las últimas dos décadas a nivel internacional, aún existe muy poca investigación teórica y empírica que ayuden a entender este fenómeno en países con menores niveles de desarrollo, donde la mayoría de los estudios son de carácter descriptivo (Cimoli, 2005; Caldera y Debande, 2010; Piccaluga y Baldesi, 2012; Medina et al., 2014; Dutrenit y Arza, 2015). En México, algunos estudios se han centrado en el diseño de indicadores para evaluar la competitividad del sistema nacional de innovación como una manera de mejorar la TT (Solleiro y Castañon, 2012). Sin embargo, estos estudios no realizan una tipología de las IES mexicanas ni su desempeño en materia de TT. Otros estudios, se enfocan en casos particulares de modelos de vinculación y transferencia universitaria con la industria (Rosas et al., 2015). De ahí, la necesidad de llenar este vacío y realizar un estudio global de las IES mexicanas que realizan actividades de TT.

Por todo ello, el objetivo de este trabajo es identificar los recursos y capacidades de las universidades y centros de investigación que influyen en su desempeño en materia de TT. Esto permitirá localizar las carencias de recursos y capacidades que sea necesario cubrir en las IES para seleccionar estrategias competitivas que permitan aprovechar las oportunidades de realizar una eficiente TT.

De esta forma, de la creciente literatura sobre TT universitaria, este estudio trata de aportar a la búsqueda de nuevos enfoques teóricos sistémicos, a través de la identificación de mejores constructos que incluyan a los países con menor grado de desarrollo tecnológico. Al llevar a cabo un estudio a nivel organizativo, se identifican elementos distintivos en el diseño de organizaciones, sistemas de incentivos y valores organizacionales que podrían incidir en modelos conceptuales normativos en la teoría de recursos y capacidades, la teoría de las redes sociales o la teoría evolutiva. Este trabajo también busca profundizar en la discusión teórica acerca de los ecosistemas de innovación en países en desarrollo y el papel que juegan las políticas públicas, las agencias federales y agentes privados de financiación a la investigación, las universidades y centros públicos de investigación, y los científicos con vocación de emprendimiento empresarial académico.

Por otra parte, el estudio empírico sobre los determinantes de la transferencia de tecnología permite identificar qué recursos y capacidades son significativos en los resultados de transferencia tecnológica a nivel universidad-industria y/o centros de investigación-industria. Al recopilar indicadores cuantitativos y cualitativos de los principales factores que explican la transferencia tecnológica a nivel agregado en las instituciones de educación superior y centros públicos de investigación en México durante 2012 y 2013, este artículo permite explicar los determinantes de este fenómeno relativamente nuevo en este país, el cual hasta fechas recientes (2011), no inició procesos de divulgación y comercialización de las innovaciones realizadas en sus universidades y centros de investigación.

La siguiente sección recoge la fundamentación teórica y las hipótesis a contrastar. Posteriormente se presentan los datos recopilados y la metodología a utilizar. La siguiente sección analiza los resultados obtenidos, y finalmente una última sección presenta la discusión, conclusiones y futuras líneas de investigación.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

El estudio y análisis de la TT universitaria se ha abordado desde diferentes perspectivas teóricas como son la institucional, organizativa y evolutiva, entre otras (O'Shea et al., 2004; Mustar et al., 2006; Rothaermel et al., 2007; Bradley et al., 2013; Bozeman et al., 2015). De entre ellas, en este trabajo seguimos el enfoque de recursos y capacidades de la empresa, no sólo porque es una de las teorías que en reiteradas ocasiones se ha aplicado para contrastar empíricamente los resultados en materia de transferencia (Lockett et al., 2001, 2004, 2005a), sino porque este enfoque teórico nos permite determinar qué recursos, capacidades, habilidades y rutinas son cruciales para lograr un desempeño eficiente entre las entidades académicas universitarias involucradas en TT (O'Shea et al., 2005).

Esta teoría hace énfasis en qué diferentes conjuntos de recursos crean condiciones únicas que explican niveles de desempeño diferenciado entre las empresas a lo largo del tiempo, lo que conduce a algunas organizaciones a alcanzar ventajas competitivas sostenibles (Montgomery y Wernerfelt, 1988; Barney, 1991, 2001), aunque asume que existen imperfecciones en el mercado que dan lugar a recursos heterogéneos y a un carácter diferenciado entre las empresas (Dierickx y Cool, 1989). Aún y cuando esta teoría se desarrolló originalmente en el contexto de empresas privadas que competían por obtener

mayores márgenes de ganancia en el mercado, su aplicación se extendió a organizaciones universitarias involucradas en la comercialización de sus innovaciones y descubrimientos científicos. De hecho, las universidades inmersas en el denominado espíritu empresarial académico –*academic entrepreneurship*– participan activamente en diferentes mercados demandando, por una parte, profesores y estudiantes con talento para desarrollar y transmitir capacidades científicas y, por otro lado, ofertando inventos y tecnología al mejor postor (Etzkowitz, 2002; Shane, 2004a).

Los inventores académicos por otra parte, suelen carecer de habilidades gerenciales para llevar con éxito la dirección de empresas *spinoffs* y *start ups* (Samson y Gurdon, 1993; Lockett et al., 2005b), por lo que resulta indispensable el control y manejo de una serie de recursos y competencias, entre las que se incluyen una adecuada dotación de recursos iniciales que permitan una adecuada incubación y maduración de las organizaciones empresariales (Clarysse et al., 2005), la contratación de gerentes con alta experiencia administrativa –*surrogate entrepreneurs*– (Radosevich, 1995; Franklin et al., 2001), adecuados recursos organizacionales y comerciales v.g. Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTTs) (Shane y Stuart, 2002), y la disponibilidad de capital de riesgo y esquemas de alianzas estratégicas –*joint ventures*– (Wright et al, 2004b).

Así, en el contexto de las organizaciones universitarias que participan en el emprendimiento empresarial académico se han señalado una serie de relaciones sobre la positiva influencia que una serie de recursos – humanos, tecnológicos, organizativos, institucionales, financieros, y de capital social – tienen en el desempeño de la comercialización científica (Borsch et al., 1999). Por ejemplo, respecto a los recursos humanos, diversos estudios han señalado la importancia de la calidad del personal académico para notificar a la OTT una mayor cantidad de inventos (Jensen, Thursby y Thursby, 2003; Bercovitz y Feldman, 2006), así como en la formación de empresas universitarias (Di Gregorio y Shane, 2003; O’Shea et al., 2005). En lo que respecta a los recursos tecnológicos, aun cuando en algunos estudios las patentes no son significativas como un factor explicativo de la TT (Powers y Mc Dougall, 2005), otros estudios si señalan al número y grado de radicalidad de patentes como un elemento de incidencia positiva y significativa sobre la TT (Shane, 2001). En lo referente a los recursos organizativos, otro conjunto de estudios indican que las OTTs son un factor clave en la comercialización de inventos universitarios (Colyvas et al., 2002; Friedman y Silberman, 2003; Belenzon y Schankerman, 2009). En lo que respecta a los recursos institucionales,

los fondos públicos para la investigación universitaria también han sido asociados con mayores niveles de TT (Etzkowitz, 2002; Powers y Mc Dougall, 2005). Finalmente mientras los recursos financieros y la disponibilidad de capital de riesgo también ha sido asociado a mayores niveles de TT (Carlsson y Fridh, 2002; Wright, 2014); recursos relacionados con el capital social, redes y relaciones sociales se han señalado igualmente, como factores que positivamente impactan en la transferencia tecnológica universitaria – TTU – (Kenney y Goe, 2004; Stuart y Ding, 2006; Mc Adam et al., 2012).

Asimismo, dentro del enfoque teórico de la RBV se ha resaltado el impacto de las capacidades y rutinas para incrementar el desarrollo de negocios y la experiencia acumulada en la gestión de procesos en TT (Lockett et al., 2003). Por ejemplo, se ha señalado que mayores niveles de regalías y recompensas a inventores inciden en mayores niveles de TT (Link y Siegel, 2005; Debackere y Veugelers, 2005). Asimismo, una normativa y regulación organizacional proclive a una cultura pro-empresarial de las instituciones de educación superior fomenta una mayor TT (Di Gregorio y Shane, 2003). Por último, mayores capacidades para el desarrollo de negocios adquiridas dentro de las OTTs resultan en un mejor desempeño en actividades de TT (Markman, Gianiodis y Phan, 2006; Phan y Siegel, 2006).

No obstante, pocos trabajos, con la notable excepción de Locket y Wright (2005a) han abarcado los tres tipos de categorías teóricas, es decir, recursos, capacidades y rutinas para explicar los determinantes de la transferencia de tecnología universitaria. Sin embargo, el análisis de Locket y Wright (2005a) se circunscribe a los EE UU. De ahí, la importancia y novedad en el diseño de nuestro modelo, que incorpora todas las características anteriores incluyendo los recursos humanos, tecnológicos, organizacionales e institucionales. Así como rutinas de regulación, incentivos y capacidades de desarrollo de negocios, para su aplicación en economías ubicadas en una fase intermedia de desarrollo tecnológico.

Dada la heterogenidad de resultados de la literatura existente, en este estudio tratamos de recopilar los factores más relevantes para construir un modelo único que explique los procesos de TT universitarias en economías con grado intermedio de desarrollo. Con ello, este modelo es novedoso al incluir datos de recursos organizativos con un incipiente grado de maduración, en contraste con los análisis ya realizados en economías más avanzadas.

### 2.2.1. Recursos y la transferencia tecnológica

Los recursos intangibles que la literatura cita como relevantes en el análisis de TT incluyen los recursos humanos, tecnológicos, organizativos y de red. Asimismo, los recursos tangibles suelen identificarse con los activos físicos y financieros que las empresas poseen para llevar a cabo sus procesos productivos (Rasmussen y Mosey, 2014). Estos recursos tienen un papel clave en el desempeño de la TT universitaria (Clarysse et al., 2005).

En primer lugar, el capital humano es un recurso clave en las universidades y laboratorios para llevar a cabo el desarrollo de investigación avanzada y de frontera del conocimiento (Perkmann et al., 2011; McGuirk et al., 2015). El capital humano incluye a profesores, alumnos graduados y aquellos realizando estancias postdoctorales quienes representan una fuente de conocimiento codificado y tácito muy especializado que suelen trabajar en equipos altamente organizados. De hecho, se ha señalado que muchos problemas en ciencia requieren de un conjunto de recursos cognitivos que sólo grupos muy especializados pueden alcanzar (Wuchty et al., 2007). Estos patrones de colaboración combinan esfuerzo, conocimiento, equipo, materiales y espacio para producir investigación de vanguardia. De acuerdo a diversos estudios, un investigador típico en los EEUU pasa un promedio de 52.6 horas semanales en el laboratorio universitario, llegando al extremo de trabajar hasta 96 horas por semana (Stephan, 2012).

En un contexto de abierta competencia, las universidades se han embarcado en procesos de atracción y retención de facultades con un alto nivel de *expertise* técnico y científico, en donde la reputación suele considerarse un intangible sumamente valioso (Zucker y Darby, 2002). Esto implica considerables inversiones en la contratación de científicos “estrella”, quienes notifican en promedio un mayor nivel de inventos y son identificados como recursos únicos e insustituibles que representan una fuente de ventaja competitiva sostenible, muy difícil de imitar e igualar por las universidades (Deeds et al., 1999; Lee, 2000; Boardman, 2008; Wright, 2014). La formación de un alto nivel en capital humano también incluye el entrenamiento de científicos, intercambio de personal con investigadores internacionales expertos y estudiantes, acceso a las redes internacionales de investigación, técnicas de vanguardia – *expertise* – en áreas de ingeniería y ciencias, y la asesoría a empresas y oficinas de gobierno en el uso y desarrollo de tecnologías (Bodas-Freitas & Geuna, 2013).

Existe el consenso de que una facultad con altas tasas de producción literaria científica se relaciona positivamente con mayor número de inventos (Bozeman, 2000; Jensen et al., 2003; Van Looy et al., 2004; Mosey y Wright, 2007; Stephan et al., 2015). Además, el inventor es, por lo general, el actor mejor posicionado para identificar los posibles licenciarios de la tecnología; éstos por su parte, suelen exigir la participación del científico o grupo de investigadores clave en el desarrollo del proyecto hasta su comercialización (Markman et al., 2005a; Carree et al., 2014).

Asimismo, la literatura señala que en el área de biotecnología, mayores niveles de talento humano están relacionados con mayores tasas de transferencia al realizar interacciones formales e informales de conocimiento con la industria (Deeds et al., 1997; Zucker et al., 1998). De acuerdo a Agarwal y Shah (2014), el 50% de los inventos en biotecnología en la última década provienen directamente de entidades académicas; e incluso, las invenciones universitarias relacionadas con motores de búsqueda y aplicaciones por internet alcanzan el 57%. Con base en lo anterior se introduce la primera hipótesis:

**H<sub>1</sub>:** El nivel de calidad del capital humano de las IES incide positivamente en la transferencia tecnológica universitaria.

Un segundo tipo de recursos son los tecnológicos. Los recursos tecnológicos universitarios se refieren al conjunto de medios y técnicas disponibles en las IES, estos suelen dividirse en tangibles e intangibles. Los recursos tangibles se asocian con los activos físicos como maquinaria, hardware, equipo de laboratorio, etc.; activos indispensables para llevar a cabo la producción de prototipos e invenciones en los centros de investigación. No obstante, los recursos tecnológicos intangibles son los que poseen una preponderancia fundamental al incluir: el nivel de intensidad en inversiones I+D, sistemas de software, el número de notificaciones que los inventores registran ante la OTT. El inventario de descubrimientos en las OTTs suele presentarse como el insumo intermedio que forma la base de inventos factibles de ser protegidos vía el registro para la obtención de patentes (Jensen y Thursby, 2001; Colyvas et al., 2002; Thursby y Thursby, 2002).

Aun cuando una patente no garantiza que un producto llegue a desarrollarse e introducirse en el mercado, simplemente representa una herramienta que salvaguarda el potencial futuro de explotación de la innovación (Carlson y Fridh, 2002; Powers y McDougall, 2005). Por otra parte, en un contexto de crecientes costes en propiedad intelectual (PI), las universidades suelen poseer limitados presupuestos que las obliga a

realizar un cuidadoso escrutinio respecto a la decisión de proteger las invenciones recibidas en la OTT (Siegel, Waldman et al., 2004).

No obstante, las patentes suelen considerarse señales del compromiso institucional de las organizaciones universitarias para comercializar sus tecnologías, lo cual suele conducir al interés por parte de inversionistas y empresas que buscan desarrollar totalmente la tecnología hasta su explotación comercial (Powers y McDougall, 2005). Asimismo, existe evidencia de que mayores cantidades invertidas en la obtención de patentes para consolidar una cartera disponible para potenciales inversionistas, aumenta las actividades relacionadas con la TT tales como licencias y fundación de *spin offs* (Owen-Smith y Powell, 2001; Mc Devitt et al., 2014). A la vez, se ha demostrado que a mayores niveles de radicalidad en las invenciones protegidas, menor es la probabilidad de imitación por parte de los competidores, logrando consolidar por ende, ventajas competitivas sostenibles (Nerkar y Shane, 2003; Schilling, 2010).

A pesar de que el conjunto de recursos tecnológicos suele incluir también los prototipos en etapa embrionaria, las pruebas de concepto, modelos de utilidad y/o secretos industriales, la literatura acostumbra utilizar las notificaciones por inventos y las patentes como *proxys* para medir la fortaleza tecnológica de las IES y centros de investigación (Silverman, 1999; Shane, 2001; Tsen y Raudensky, 2014). De esta manera, es posible establecer que aquellas universidades con una cartera de patentes sobresaliente tanto cuantitativa como cualitativamente, poseen una ventaja competitiva difícil de imitar y han acumulado un conjunto de recursos tecnológicos que fomentan la multiplicación de acuerdos de licencia, *spinoffs* y otros indicadores clave de desempeño en la transferencia científica (Lockett et al. 2005a,b; Siegel et al., 2003d). Esto nos conduce a la segunda hipótesis:

**H<sub>2</sub>:** Un mayor número de patentes de las IES incide positivamente en la transferencia tecnológica universitaria.

Respecto a los recursos organizativos, estos hacen referencia principalmente a las OTTs universitarias. Estas organizaciones son observadas como entidades intermedias entre los diversos agentes que están involucrados en la comercialización científica; diversos autores apuntan que estas organizaciones desempeñan un papel crucial en los procesos de transferencia. Los profesionales dentro de las OTTs deben poseer habilidades para identificar proyectos exitosos de comercialización, dirimir diferentes culturas organizacionales, incentivar una cultura pro-empresarial entre la facultad, establecer

contactos con redes industriales de posibles licenciarios, y lograr acuerdos que traigan un beneficio económico y en especie para la universidad. (Fontes, 2005; Macho-Staedler et al., 2007; Siegel et al., 2007; Caldera y Debande, 2010; Algieri et al., 2013; O’Kane et al., 2015).

De acuerdo a un estudio realizado por Coupe (2003) en los EEUU, una universidad con una OTT posee la expectativa de obtener un 45% más de patentes que otra universidad de similares características, pero sin una OTT. De igual modo, dicho análisis señala que se ha verificado empíricamente en diversos estudios controlados la relevancia de las OTTs para fomentar una mayor comercialización académica a partir del tercer año de su fundación en una entidad universitaria. No obstante lo anterior, no basta con la existencia de una OTT universitaria para automáticamente aumentar los flujos de comercialización académica, incluso se ha señalado que puede ser un impedimento para una mayor TT (Siegel, Waldman et al., 2004). De ahí la relevancia de contar con un *staff* de alta calidad y con experiencia laborando dentro de las OTTs.

Así, Markman et al. (2005a, 2005b, 2006) en una serie de estudios, señalan la necesidad de profesionalizar a los agentes que trabajan dentro de las OTT para aumentar el número de notificaciones de inventos de parte de los académicos. Lo anterior implica profesionales que logren dirimir problemas de agencia e información asimétrica entre académicos, empresarios y la propia universidad. La búsqueda de posibles clientes que adquieran el derecho de utilizar la tecnología debe complementarse con el esfuerzo por convencer al inventor de su participación hasta el desarrollo final del proyecto comercial. De acuerdo a estos autores, se debe aumentar los beneficios económicos al *staff* dentro de las OTT para mejorar la contratación de personal calificado y su desempeño.

Asimismo, otra serie de análisis coinciden en subrayar que mayores gastos en propiedad intelectual y regalías a los investigadores debe acompañarse de un mayor *staff* altamente calificado laborando en las OTTs para una efectiva TT (Friedman y Silberman, 2003; Lach y Schankerman; 2004; Link y Siegel, 2005). Se sugiere la profesionalización en técnicas de negociación, mercadotecnia y administración de portafolios para mejorar el desempeño de las OTTs (Phan y Siegel, 2006). Lo anterior conlleva una curva de aprendizaje y capacidad de absorción que usualmente requiere significativos períodos de tiempo (Agrawal, 2001; Siegel et al., 2003a). De este modo se presenta la tercera hipótesis:

**H<sub>3</sub>:** El tamaño del *staff* trabajando en una OTT de las IES incide positivamente en la transferencia tecnológica universitaria.

Finalmente, los recursos financieros incluyen los fondos públicos para impulsar proyectos en ciencia y tecnología, los cuales representan un valioso recurso para las IES en su misión por aumentar los montos de investigación y la posterior colocación en el mercado de los resultados de dicha investigación. En las últimas décadas el enfoque de la misión de las universidades en la sociedad se ha transformado radicalmente, pasando de ser entidades generadoras de investigación básica a participar activamente en el desarrollo económico (Etzkowitz y Viale, 2010). Diversos estudios académicos a principios de la década del 2000, señalan una mayor valoración de las ciencias aplicadas como biotecnología, ciencias aplicadas e ingenierías entre el sector industrial respecto a ciencias como matemáticas y física (Cohen et al., 2002; Mowery y Sampat, 2005). En respuesta, los gobiernos interesados en fomentar la actividad industrial y la innovación tecnológica han canalizado significativos recursos públicos a las universidades y centros de investigación. De acuerdo al Banco Mundial, EEUU asignó un promedio del 2.79% de su producto interior bruto (PIB) a I+D durante el período 2005 a 2012<sup>6</sup>. Así, las cantidades asignadas a instituciones académicas provenientes de fuentes públicas ascendieron a US\$ 39.9 mmdd en 2013 en EEUU<sup>7</sup> a través de diversas agencias incluyendo los institutos nacionales de salud (NIH), la fundación nacional de las ciencias (NSF), y el departamento de energía (DOE). Entre otros destinos, estos recursos financieros han sido utilizados para crear institutos de investigación y laboratorios de alta tecnología (Caryannis, 1998; Stephan, 2012).

Después de EEUU, la zona del Euro fue la que más canalizó recursos a actividades de I+D en el mismo período equivalentes a 2.14%. En contraste, en América Latina solamente se invirtieron recursos equivalentes a 0.87% de su PIB; incluso, en el caso de México, el porcentaje asignado fue menor, alcanzando tan solo 0.43% respecto a su PIB.

De acuerdo a Mowery y Nelson (2015), mayores niveles de inversión pública para I+D conlleva mayores niveles de descubrimientos con alto potencial industrial, lo cual implica un mayor conjunto de invenciones protegidas susceptibles de ser comercializadas a través de la transferencia tecnológica universitaria (Grimaldi et al., 2011). Por ejemplo, el 80% de los fondos para investigación biomédica que resultan en nuevas invenciones provienen de fuentes públicas (Light et al., 2012). De esta manera se presenta la siguiente hipótesis:

---

<sup>6</sup> [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org) [consultado 17/08/2015]

<sup>7</sup> [www.autm.net](http://www.autm.net) [consultado 28/1/2015]

**H<sub>4</sub>:** La cantidad de fondos públicos para I+D de las IES incide positivamente en la transferencia tecnológica universitaria.

### **2.2.2. Las rutinas, capacidades y la transferencia tecnológica universitaria**

Por tradición, las universidades poseen una cultura organizativa que refleja una serie de valores y normas que resaltan la enseñanza, la investigación básica y la transmisión del conocimiento a través de publicaciones especializadas como los fines máximos de estas instituciones educativas. Las universidades que han incorporado como misión adicional el desarrollo económico a través de la comercialización de sus inventos han añadido a su sistema de valores, esquemas que recompensan la aplicación de la ciencia aplicada, acuerdos de colaboración con la industria y la obtención de recursos externos para I+D (Siegel et al., 2003a; Perkmann et al., 2013).

De este modo, la literatura subraya la importancia de la emisión de una regulación que establezca normas y procedimientos *ad hoc* entre inventores y las organizaciones patrocinadoras de conocimiento para un eficiente desempeño en materia de transferencia tecnológica (Debackere et al., 2005; Lach y Schankerman, 2008). Estas incluyen la regulación en los contratos de I+D, conflictos de interés potenciales entre las partes, normativa sobre derechos de autor en las publicaciones y el establecimiento del porcentaje asignado en regalías a los inventores.

Algunas universidades han planificado un ventajoso programa de regalías al investigador buscando incentivar la creatividad y producción de los académicos. Incluso, algunas universidades que ofrecen menores porcentajes en regalías, buscan estrategias de mayor comercialización de sus invenciones vía la creación de *spin offs* fundadas por académicos (Di Gregorio y Shane, 2003). En resumen, las acciones encaminadas a crear un esquema de regalías intentan aumentar las ventajas competitivas de las universidades a través del aumento de la base de recursos tecnológicos que inicia, como ya se ha mencionado, con el número de notificaciones de inventos que los investigadores registran ante las OTTs (Friedman y Silverman, 2003; Siegel, Waldman et al., 2004; Debackere et al., 2005; Lach et al., 2008). Con base en lo anterior se plantea la siguiente hipótesis:

**H<sub>5</sub>:** Una mayor proporción de regalías (%) asignadas al inventor en las IES incide positivamente en la transferencia tecnológica universitaria.

De igual modo, la existencia de normativa en materia de regulación de conflictos de interés entre los diferentes actores que participan en la TT ha demostrado facilitar los procesos de comercialización de la tecnología. Ésta incluye una eficiente regulación en acuerdos de I+D, *copyrights*, incentivos, fundación de empresas *spin offs* y/o notificaciones de invenciones. Lo anterior constituye el establecimiento de una misión estratégico-institucional para fomentar la comercialización académica sin interferir con las misiones tradicionales de la universidad relacionadas con la enseñanza y la investigación (Debackere y Veugelers, 2005; Siegel y Veugelers, 2007). Evidencia empírica muestra que adecuados contratos y reglamentos contribuyen positivamente en una disposición de los académicos de participar en procesos de TT vía una mayor divulgación de sus invenciones (Jensen y Thursby, 2001).

De acuerdo a Siegel et al. (2007), dicha regulación se especifica a través de normativas y políticas codificadas por las OTTs para dar certeza jurídica y económica a los diferentes agentes involucrados en la TT universitaria. Aun cuando la literatura señala que la comunidad científica no siempre se inclina por beneficios financieros directos (Abreu y Grinevich, 2013), una clara regulación contribuye a crear una cultura que ayude a la participación de los científicos y evite los mercados informales en TT (Phan y Siegel, 2006). De este modo se sostiene la siguiente hipótesis:

**H<sub>6</sub>:** La existencia de una regulación institucional adecuada en las IES incide positivamente en la transferencia tecnológica universitaria.

Por último, la puesta en marcha de nuevos proyectos empresariales requiere de un conjunto de habilidades y capacidades gerenciales que se adquieren a través de conocimientos a lo largo del tiempo (Hindle y Yencken, 2004). Los académicos raramente poseen habilidades tanto en el ámbito científico como gerencial para poder llevar a cabo una culminación exitosa de la transferencia de tecnología. Esquemas innovadores dentro de las OTTs incluyen la contratación de gerentes en dirección de empresas con experiencia técnica en el desarrollo de negocios que complementen las deficiencias ligadas a los académicos tradicionales (Franklin et al., 2001). A la vez, la literatura sugiere que la profesionalización de las OTTs conlleva una descentralización que permita la incorporación de expertos en diversas disciplinas vinculadas al espíritu empresarial tales como finanzas, comercialización, propiedad intelectual y administración estratégica (Debackere y Veugelers, 2005). En el estudio de Lockett y Wright (2005a), se diseña un constructo que evalúa la capacidad y el aprendizaje adquirido por el personal de las OTTs

para desarrollar negocios, crear redes, promocionar inventos académicos – *marketing* –, lograr financiación y desarrollar habilidades de negociación. El estudio concluye que mayores niveles de habilidades adquiridas, se corresponden con niveles de TT más eficientes. De esta manera se formula nuestra última hipótesis:

**H<sub>7</sub>:** El desarrollo de capacidades gerenciales en las OTTs de las IES incide positivamente en la transferencia tecnológica universitaria.

## 2.3. METODOLOGÍA

Nuestro estudio utiliza como contexto empírico México. Este país posee características peculiares respecto a su sistema de innovación tecnológica. Por una parte, en términos globales este país realiza uno de los menores niveles de inversión en I+D como porcentaje del PIB; por otra parte, la proporción que aporta el gobierno a las actividades en ciencia y tecnología rebasa por mucho el promedio observado en otros países miembros del OCDE, EEUU y Asia. Es precisamente, este conjunto de características únicas lo que nos anima a contrastar las hipótesis anteriormente planteadas.

Mientras en Japón, EEUU, o España, las empresas contribuyen en un 76.5%, 60% y 43% respectivamente al gasto en investigación científica y desarrollo experimental (GIDE), en México este porcentaje asciende solamente al 36.8%; en contraposición, el gobierno mexicano aporta el 59.6% de dicho gasto, en comparación al 16.4%, 33.4% y 46.5% en Japón, EEUU y España respectivamente <sup>8</sup>. Asimismo, tal como se ha señalado, México es el país con la más baja proporción de gasto en I+D respecto a su PIB entre los países de la OCDE con 0.43%, cuyo promedio ascendió a 2.37% en 2012. De esta manera en 2012, el gasto público en México destinado a financiar proyectos en ciencia y tecnología ascendió a aproximadamente \$33,327 millones de pesos equivalentes a US\$ 2,590 millones de dólares<sup>9</sup>.

La mayor parte de los recursos públicos en I+D son canalizados a través del sistema de universidades públicas y privadas, así como a través de los centros públicos de investigación regulados por el consejo nacional de ciencia y tecnología (CONACYT). De

---

<sup>8</sup> <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>. OECD (2015), Gross domestic spending on R&D (indicator). doi: 10.1787/d8b068b4-en [Consultado 03/10/2015]

<sup>9</sup> [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5354626&fecha=30/07/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5354626&fecha=30/07/2014). Diario Oficial de la Federación. Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2014-2018 [consultado 17/03/2015]

esta manera, la unidad de análisis de este estudio lo constituyen las IES mexicanas que realizan actividades relacionadas con TT académica.

### **2.3.1. Muestra**

La muestra está formada por 38 instituciones de educación superior. En particular, de estas 38 IES, 21 son las universidades públicas y privadas con mayores presupuestos asignados a investigación en México (en 2012 y 2013) y las otras 17 son centros públicos de investigación (CPIs) de los 28 adscritos al CONACYT que llevan a cabo actividades de TT en ciencias naturales y desarrollo tecnológico. Cabe señalar que los CPIs generan el 75% de la actividad científica, tecnológica y de formación de recursos humanos de posgrado fuera del Distrito Federal. Los restantes 11 CPIs cuya misión se enfoca en las ciencias sociales y humanidades no fueron encuestados, debido a la nula producción en materia de TT.

Para recopilar información de 2012 y 2013 para la medición de las variables implicadas en este estudio se empleó una encuesta que se solicitó a través del portal del instituto federal de acceso a la información pública (IFAI) entre marzo y junio del 2014. Para las universidades en provincia, se solicitó la información a través de los portales de acceso a la información pública locales vinculados a las instituciones de educación superior dentro de la circunscripción. Asimismo, se solicitó al CONACYT la base de datos 2012-2013 del programa de estímulos a la innovación (PEI), principal programa del gobierno federal para incentivar la inversión pública y privada entre las IES y las empresas en ciencia y tecnología. Finalmente, también se solicitaron las cantidades totales que los CPIs e IES distribuyeron en gastos de propiedad intelectual ante el instituto mexicano de la propiedad industrial (IMPI) entre 2012 y 2013.

De las 38 instituciones a las que se les solicitó información, se obtuvieron datos completos en 25 casos (50 observaciones en total de 2012 y 2013), ya que en 13 universidades se obtuvieron datos parciales (26 observaciones en total de 2012 y 2013). Para corroborar la validez y representatividad de nuestra muestra se realizó la prueba U Mann-Whitney<sup>10</sup> para las variables: (1) gasto I+D privado – EMPRESA y EMPRESA (2) –

---

<sup>10</sup> Se realizaron las pruebas Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Lilliefors y Jarque-Bera, las cuales rechazaron la  $H_0$ , hipótesis nula de la normalidad en la distribución de las variables seleccionadas a un nivel de significatividad menor al 1%

, (2) gasto I+D público – CONACYT y CONACYT (2) –, y (3) número de acuerdos privados – NUMCONT y NUMCONT(2) –. Los resultados se presentan en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1 Estadísticos U de Mann-Whitney para diferencia de medias**

| Variable     | N  | Mín. | Máx.    | Media  | Desv. Típica | U     | Valor Esperado | Var. (U) | Valor p | Alfa |
|--------------|----|------|---------|--------|--------------|-------|----------------|----------|---------|------|
| EMPRESA      | 26 | 0    | 56      | 10,028 | 12,261       | 381.5 | 702.0          | 9,476.8  | 0.001   | 0.05 |
| EMPRESA (2)  | 50 | 653  | 148,141 | 34,161 | 36,064       |       |                |          |         |      |
| CONACYT      | 26 | 0    | 45,05   | 12,876 | 12,023       | 396   | 702            | 9,477.0  | 0.002   | 0.05 |
| CONACYT (2)  | 50 | 1009 | 205,404 | 39,839 | 42,987       |       |                |          |         |      |
| NUM_CONT     | 26 | 0    | 23      | 5.885  | 6.212        | 347.5 | 702.0          | 9,440.12 | 0.000   | 0.05 |
| NUM_CONT (2) | 50 | 1    | 76      | 16.5   | 15.60        |       |                |          |         |      |

Nota: La muestra EMPRESA abarca los datos de las 13 universidades con datos parciales y EMPRESA (2) abarca las 25 universidades con datos completos. Lo mismo para CONACYT y NUM\_CONT

En conclusión se puede afirmar a través de esta prueba no paramétrica que existe independencia entre las tres muestras a un nivel de significación menor al 1%. A continuación, se introduce el diseño de las variables a utilizar dentro de los modelos a construir.

### 2.3.2. Medición de las variables

En primer lugar, para medir la variable dependiente transferencia tecnológica universitaria, se utilizaron dos indicadores. Por un lado, siguiendo a Shane (2002), Perkmann (2007) y a Caldera y Debande (2010), se empleó el número de acuerdos/contratos de investigación y desarrollo privados firmados entre las empresas e IES en los periodos 2012 y 2013 a través del PEI del CONACYT (NCONTPRI). Por otro lado, siguiendo a Thursby y Kemp (2002), Coupe (2003), y a Caldera y Debande (2010), se tomó la cantidad monetaria en pesos mexicanos corrientes que las empresas privadas invierten en I+D en conjunto con las IES y CPIs en México. Lo anterior medido a través del programa de estímulos a la innovación del CONACYT (PEI), dicha cantidad es transformada en su logaritmo natural para evitar la dispersión y sesgo de los datos. Cabe señalar que a pesar de que en la literatura también se mencionan los ingresos por licencias entre universidades e industria como una variable recurrentemente observada (Lockett y Wright, 2005a), los ingresos por licenciamiento en México hasta 2013 son nulos. Lo

anterior debido a que existen períodos de tiempo que llegan a alcanzar hasta 5 años para el inicio de pago de regalías producto de la efectiva comercialización en el mercado de las tecnologías (Shane, 2004a).

En segundo lugar, pasamos a comentar la forma de medición de las variables independientes. (1) Para la medición de la calidad del capital humano se emplearon dos indicadores. Por un lado, se utilizó la calidad académica por universidad (Powers y McDougall, 2005; O'Shea et al., 2005). Para ello, utilizamos una variable cualitativa tipo *dummy* con base en el índice desarrollado anualmente por la revista América Economía Intelligence, EXECUM-UNAM y el periódico Economista para establecer un ranking de las IES en México. En este índice se incorporan indicadores incluyendo nivel de investigación, oferta de posgrado, prestigio internacional, infraestructura, profesores de tiempo completo, financiación pública, calidad docente. Finalmente, se diseña un índice de calidad global para las principales universidades públicas y privadas en México. Con base en el índice anterior se eligen los indicadores de nivel de investigación y calidad docente para el diseño de nuestra variable. De acuerdo a este índice solamente 9 de las 25 instituciones encuestadas alcanzan un nivel de calidad de excelencia en recursos humanos, incluyendo la UNAM, ITESM, IPN, UAM, UANL, así como los CPIs cuyos programas académicos y de investigación alcanzan reconocimiento internacional. Por otro lado, adicionalmente, para medir el nivel de calidad humano en las OTTs se utiliza el número de años de experiencia en materia de TT de parte del responsable de realizar actividades de vinculación y transferencia.

(2) Para medir la cantidad de los recursos tecnológicos, siguiendo a Thursby y Thursby (2002) y Carlsson y Fridh (2002), se utilizaron el número de solicitudes de patentes registradas ante las oficinas nacionales e internacionales durante los periodos 2012 y 2013 (PAT). Este indicador fue solicitado directamente a cada IES y CPIs en México a través de la encuesta requerida a través del IFAI. Se utilizó este indicador en vez de las patentes otorgadas dado el retraso que puede durar varios años entre el registro y la obtención del certificado de patente. Asimismo, no se pudo acceder a la obtención del número de las patentes vigentes en las carteras de cada una de las IES encuestadas.

(3) Para medir los recursos organizativos, se emplea una variable *dummy* que toma el valor 1 si existe OTT en la IES y 0 cuando no hay OTT. Aún incluso, si existe una oficina de vinculación industrial pero no ha sido certificada por la red de OTTs del CONACYT, el valor que se establece es cero. Una variable adicional utilizada es el tamaño, medido por el

número de profesionales – *staff* – que labora en la OTT dentro de cada institución – OTT\_SIZE –, (Siegel et al., 2003c; Caldera y Debande, 2010; Clarysse et al., 2011).

(4) Para medir los recursos financieros se utilizó el logaritmo neperiano de la cantidad de recursos públicos para I+D. Este indicador se obtuvo a partir del cuestionario entregado a cada IES y CPI y fue complementada y comparada con la solicitud realizada al CONACYT sobre los montos para el programa de estímulos a la innovación (PEI) para los períodos 2012 y 2013. De acuerdo a Chapple et al. (2005), el número de notificaciones de invenciones constituye un excelente proxy para el conjunto de tecnologías disponibles de comercialización en los EE UU. Sin embargo, en países donde no existe el requerimiento formal de los miembros de las facultades para divulgar sus invenciones, como es el caso de Reino Unido o México, una alternativa lo constituye el ingreso para I+D público que reciben las entidades académicas (Coupe, 2003; Friedman y Silberman, 2003; O’Shea et al., 2005).

(5) Para medir las rutinas establecidas para incentivar a los inventores se diseñó la variable regalías que oscila entre 0 a 100%, lo anterior en base en la regulación establecida por las OTTs universitarias en torno al porcentaje de regalías asignadas a los inventores. De acuerdo a la ley de ciencia y tecnología en México, este porcentaje puede llegar hasta el 70% para el inventor (Thursby y Kemp, 2002; Di Gregorio y Shane, 2003; Jensen, Thursby y Thursby, 2003; Lockett y Wright, 2005a).

(6) Para medir las rutinas concernientes a la institucionalización de un reglamento para fomentar la TT, se utiliza una variable dummy (REG\_CONF) que identifica la existencia de una regulación elaborada por la directiva universitaria y staff de la OTT para celebrar contratos de I+D con la industria, y si existe una normativa documentada para la divulgación y notificación de invenciones (Caldera et al., 2010).

(7) Para medir las capacidades en el desarrollo de negocios, siguiendo a Vohora (2004) y a Lockett y Wright (2005a), se recogió información relativa a cinco ítemes con una escala Likert (1=muy bajo, 5=muy alto) de los responsables de las OTTs en las instituciones académicas sobre aspectos relacionados con: las técnicas de mercadotecnia adquiridas para promover invenciones entre emprendedores, la capacidad para desarrollar negocios en materia de TT, las habilidades para negociar con clientes, el fomento a la creación de redes y *networking*, y la promoción de financiación en base a las habilidades adquiridas para detectar y contratar fondos de capital de riesgo y semilla – *seed capital* –.

Por último, hemos incluido una serie de variables de control. La literatura destaca otros factores que inciden en la actividad de transferencia, tales como el grado de intensidad de investigación regional y el ritmo de actividad económica en el área donde se establecen las universidades (Saxenian, 1996; Thursby et al., 2001; Powers y Mc Dougall, 2005). Esta variable de control es relevante en un país como México donde gran parte de la actividad científica e industrial se concentra alrededor del Distrito Federal, en el centro del país, y en el estado de Nuevo León, cerca de la frontera norte.

Por otra parte, diversos trabajos en la literatura apuntan que el tipo de propiedad de la universidad (pública o privada) promueve diferentes niveles de cultura emprendedora entre los académicos, así como una diferenciación en la flexibilidad y adecuación a los intereses de los licenciarios de la tecnología (Samsom y Gurdon, 1993; Siegel et al. 2003a; Jacob et al., 2003; Hindle et al., 2004; Abbeti, 2004; Rothaermel y Thursby, 2005a; Gideon et al., 2005). En el caso de México, sin embargo, solamente el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey está participando activamente como universidad privada en procesos de transferencia de tecnología universitaria. De ahí que incorporemos una variable *dummy* en el listado de control. Por otra parte, la existencia dentro de las universidades de escuelas de medicina ha sido una condición reiteradamente citada en la literatura como una variable que influye en los montos de comercialización de nuevas tecnologías especialmente con aquellos relacionados con biotecnología y ciencias médicas (Locket y Wright, 2005; O'Shea et al., 2005), por lo que incorporamos una variable al respecto.

Finalmente, se señala la intensidad inventiva regional como una variable que incide en los niveles de investigación y desarrollo por entidad federativa, de ahí que incorporemos una variable basada en los porcentajes de patentes que cada entidad federativa posee sobre el total nacional (Saxenian, 1996; Friedman y Silberman, 2003; Lindelof y Lofsten, 2004).

## **2.4. RESULTADOS**

En primer lugar, pasamos a comentar los resultados obtenidos de los análisis descriptivos básicos (ver tabla 2.2). Dado que se obtuvieron 50 observaciones correspondientes a los años 2012 y 2013, se construyó un panel de micro-datos de dos períodos con información cruzada seccional con 8 variables.

Los datos arrojan que el gasto de inversión en I+D privado posee un mínimo de 653 mil pesos y un máximo de hasta 148 millones 142 mil pesos, teniendo como media la cantidad de 34 millones 840 mil pesos equivalente a un coeficiente de variación de 1.04, mientras que la asimetría y la curtosis arrojan 1.12 y 0.39 respectivamente.

**Tabla 2. 2 Estadísticos descriptivos de los datos cuantitativos**

| Variable                                                                                | Num. Obs | Media     | Desv Tip. | CA(P)  | Curtosis |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|--------|----------|
| Número de contratos Universidad Industria                                               | 50       | 16.82     | 15.656    | 1.476  | 2.323    |
| Gasto Privado para I+D PEI (CONACYT)                                                    | 50       | \$ 34,840 | \$ 36,238 | 1.124  | 0.394    |
| Logaritmo de Gasto Privado I+D                                                          | 50       | 16.61     | 1.417     | 0.424  | -0.779   |
| Calidad del capital humano en las IES                                                   | 50       | 0.346     | 0.480     | 0.647  | -1.582   |
| Años de experiencia del responsable de OTT                                              | 50       | 3.76      | 5.621     | 1.743  | 2.585    |
| Número de aplicación por patentes                                                       | 50       | 17.34     | 21.475    | 1.232  | 0.117    |
| Número de personal especializado en OTT                                                 | 50       | 5.76      | 9.714     | 2.819  | 8.716    |
| Gasto Público para I+D PEI (CONACYT)                                                    | 50       | \$ 40,843 | \$ 43,060 | 1.582  | 2.495    |
| Logaritmo de Gasto Público I+D                                                          | 50       | 16.89     | 1.262     | -0.451 | -0.381   |
| Porcentaje de regalías al inventor                                                      | 50       | 0.27      | 0.294     | 0.984  | 0.394    |
| Regulación inst. de conflictos de interés                                               | 50       | 0.692     | 0.466     | -0.833 | -1.306   |
| Índice de capacidades para desarrollar negocios                                         | 50       | 2.79      | 1.361     | -0.403 | -1.514   |
| Nota: Gastos en miles de pesos corrientes. CA (P) = Coeficiente de Asimetría de Pearson |          |           |           |        |          |

En lo que respecta al número de contratos privados I+D se obtuvo un mínimo de un contrato y una máximo de 76 contratos en una año, observándose una media de 17 contratos anuales con una desviación típica de 15.8. En lo que respecta al gasto I+D público, el mínimo valor por institución alcanzado fue de 1 millón 90 mil pesos, en tanto que el máximo llegó a los 205 millones 404 mil pesos, esta última cantidad se logró por la institución privada ITESM, para el período 2013. Por otra parte, el número de notificación de invenciones promedio resultó en 7, alcanzándose un máximo de 65 por la misma institución antes mencionada.

En lo relativo al número de empleados profesionales dentro de las OTTs, se observó una media de 6 alcanzándose un máximo de hasta 50 empleados en la Benémerita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), sin que esto, aparentemente, signifique mayores niveles de productividad en TT. En tanto los años promedio de experiencia que poseen los responsables de las OTTs u oficinas de vinculación industrial asciende a 3.8 años.

De esta manera se construyeron dos modelos para cada variable dependiente. Para el primer modelo que utiliza la variable logaritmo natural del gasto privado I+D, se estimaron modelos de panel de datos *log-log* y log lineal de efectos aleatorio.

El porcentaje de regalías pagadas a los inventores muestra un promedio del 27.3%. Respecto al constructo teórico sobre la capacidad de desarrollo de negocios, la encuesta arrojó un promedio de 2.79 en la escala del 1 al 5. La variable *dummy* para identificar el diseño en la regulación de conflictos de interés y notificación de invenciones señaló un índice de 0.69. Finalmente, se observó que solamente una tercera parte de las universidades encuestadas poseían una escuela de medicina.

El análisis de matriz de correlación de Pearson (tabla 2.3), nos señala que existe una alta correlación entre las variables dependientes, así como entre el gasto público y el gasto privado en I+D. Es de resaltar también la alta correlación entre la variable *dummy* entre las escuelas de medicina existentes y el número de aplicación por patentes, de igual manera existe una alta asociación entre la variable sobre regulación de conflictos y la variable diseñada para estimar la capacidad de desarrollo de negocios de las OTTs.

**Tabla 2. 3. Matriz de correlaciones de Pearson**

| Variables                 | 1             | 2             | 3            | 4             | 5             | 6            | 7            | 8             | 9            | 10           | 11       | 12            | 13           | 14       |
|---------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|----------|---------------|--------------|----------|
| 1. Num. Contratos Priv.   | <b>1</b>      |               |              |               |               |              |              |               |              |              |          |               |              |          |
| 2. Gasto Privado I+D      | <b>0.912</b>  | <b>1</b>      |              |               |               |              |              |               |              |              |          |               |              |          |
| 3. Ln Gasto Privado I+D   | <b>0.798</b>  | <b>0.855</b>  | <b>1</b>     |               |               |              |              |               |              |              |          |               |              |          |
| 4. Calidad Capital Humar  | 0.241         | 0.177         | -0.004       | <b>1</b>      |               |              |              |               |              |              |          |               |              |          |
| 5. Num. Aplic. Patentes   | <b>0.714</b>  | <b>0.713</b>  | <b>0.603</b> | 0.252         | <b>1</b>      |              |              |               |              |              |          |               |              |          |
| 6. Tamaño OTT             | <b>0.286</b>  | 0.146         | 0.142        | -0.057        | <b>0.368</b>  | <b>1</b>     |              |               |              |              |          |               |              |          |
| 7. Experiencia OTT        | <b>0.308</b>  | <b>0.298</b>  | <b>0.320</b> | -0.186        | <b>0.302</b>  | <b>0.417</b> | <b>1</b>     |               |              |              |          |               |              |          |
| 8. Ln Gasto Público I+D   | <b>0.826</b>  | <b>0.830</b>  | <b>0.963</b> | 0.040         | <b>0.571</b>  | 0.099        | 0.259        | <b>1</b>      |              |              |          |               |              |          |
| 9. Porcentaje Regalías    | -0.005        | -0.059        | -0.035       | <b>0.332</b>  | -0.044        | 0.105        | 0.152        | 0.009         | <b>1</b>     |              |          |               |              |          |
| 10. Regulación            | <b>0.320</b>  | 0.211         | 0.190        | 0.195         | 0.270         | <b>0.372</b> | <b>0.313</b> | 0.242         | <b>0.616</b> | <b>1</b>     |          |               |              |          |
| 11. Capacidades Negoci    | 0.260         | 0.116         | 0.248        | 0.001         | 0.158         | <b>0.426</b> | <b>0.372</b> | <b>0.309</b>  | <b>0.353</b> | <b>0.696</b> | <b>1</b> |               |              |          |
| 12. Tipo IES (Pub o Priv) | <b>-0.526</b> | <b>-0.420</b> | -0.270       | <b>-0.298</b> | <b>-0.425</b> | -0.162       | -0.237       | <b>-0.307</b> | -0.022       | -0.140       | -0.153   | <b>1</b>      |              |          |
| 13. Escuela de Medicina   | <b>0.556</b>  | <b>0.472</b>  | <b>0.363</b> | 0.145         | <b>0.756</b>  | <b>0.461</b> | 0.187        | <b>0.355</b>  | -0.096       | 0.046        | -0.091   | <b>-0.327</b> | <b>1</b>     |          |
| 14. Índice regional I+D   | <b>0.360</b>  | <b>0.343</b>  | 0.240        | 0.215         | <b>0.514</b>  | 0.123        | -0.065       | 0.254         | 0.093        | 0.169        | -0.127   | -0.086        | <b>0.586</b> | <b>1</b> |

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación  $\alpha=0.05$

Esto nos permite disminuir el sesgo de endogeneidad debido a estimaciones sesgadas de los efectos de las políticas universitarias, su habilidad administrativa y su orientación comercial (Lach y Schankerman; 2008). Para el segundo modelo que utiliza el número de contratos privados I+D se calcularon modelos de Poisson y Poisson con la transformación Box-Cox para la corrección en inflación de varianza. Los modelos se estimaron a través del módulo XLSTAT de excel y del software LIMPDEP 10. En algunos casos se utilizó el estimador robusto (sandwich) para corregir la matriz de varianzas y covarianzas en la regresión lineal. En otros casos se utilizó la prueba Breusch-Pagan para la detección de heteroscedasticidad lineal de primer orden y la prueba DW para autocorrelación.

De acuerdo a los resultados de la Tabla 2.4, resalta que solamente dos variables explicativas en los modelos son significativas: el número de aplicación por patentes y el gasto público en I+D. En el primer caso resulta un modelo del tipo log lineal donde el valor del coeficiente  $\beta$  equivalente a 0.01764 del modelo 7 se esperaría impactara positivamente en el crecimiento del gasto privado I+D en dicha proporción  $e^{\beta} \approx 1.8\%$ . En el segundo caso se estima un modelo log-log<sup>11</sup> donde en los modelos 5 y 7 con coeficientes beta para el logaritmo natural del gasto público equivalente a 1.0123 y .968 y calculando  $e^{\beta}$  resultaría en incrementos entre 2.63 a 2.75 pesos en gasto privado por cada peso público adicional invertido por el gobierno.

Al correr el test del multiplicador de Lagrange (LM) en el modelo 4 es notable el resultado que arroja una preferencia del modelo de regresión simple clásico sobre el modelo de efectos variables. Así estimamos otro modelo número 4 del tipo OLS. Sin embargo el resultado fue prácticamente idéntico al primer modelo número 4 (REM).

**Tabla 2.4. Resultados de modelo con variable dependiente ln gasto privado en I + D**

| VARIABLE<br>DEPENDIENTE                            | Modelo 1          | Modelo 2               | Modelo 3              | Modelo 4              | Modelo 4<br>OLS       | Modelo 5              | Modelo 6                | Modelo 7                |
|----------------------------------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                                    | Gasto Priv<br>I+D | Gasto Priv<br>I+D      | Gasto<br>Priv I+D     | Gasto<br>Priv I+D     | Gasto<br>Priv I+D     | Gasto<br>Priv I+D     | Gasto<br>Priv I+D       | Gasto Priv I+D          |
| Capital Humano                                     | -.3043<br>(.5596) | -.5262<br>(-0.4747)    | -.3684<br>(-0.5032)   | -.1369<br>(-0.1365)   | -.1289<br>(-0.1291)   | -.06815<br>(-0.1486)  | -.1576<br>(-0.1497)     | -.1593<br>(-0.1408)     |
| Patentes                                           |                   | .03948***<br>(-0.0126) | .0386***<br>(-0.014)  | .0117**<br>(-0.0051)  | .01031**<br>(-0.0049) | .00986*<br>(-0.0051)  | .01670***<br>(-0.00455) | .01764***<br>(-0.0044)  |
| Tamaño OTT                                         |                   |                        | -0.00855<br>(-0.0209) | 0.0011<br>(-0.007)    | 0.0015<br>(-0.0067)   | 0.00262<br>(-0.00708) | 0.00277<br>(-0.0067)    | 0.00725<br>(-0.00691)   |
| Experiencia de<br>Responsable OTT                  |                   |                        | 0.04602<br>(-0.0438)  | 0.0126<br>(-0.0119)   | 0.0129<br>(-0.0113)   | 0.01617<br>(-0.0122)  | 0.01304<br>(-0.0125)    | 0.01428<br>(-0.01173)   |
| Gasto Público I+D                                  |                   |                        |                       | 1.002***<br>(-0.0554) | 1.014***<br>(-0.0536) | 1.0123***<br>(-0.055) | .9384***<br>(-0.0476)   | .96815***<br>(-0.04744) |
| Regalías                                           |                   |                        |                       |                       |                       | -0.2193<br>(-0.2182)  | 0.08427<br>(-0.2587)    | 0.0886<br>(-0.2448)     |
| Regulación                                         |                   |                        |                       |                       |                       |                       | -0.2115<br>(-0.1563)    | -0.1116<br>(-0.168)     |
| Capacidades                                        |                   |                        |                       |                       |                       |                       |                         | -0.0938<br>(-0.0597)    |
| <b>CONTROL PARA CARACTERÍSTICAS UNIVERSITARIAS</b> |                   |                        |                       |                       |                       |                       |                         |                         |
| Tipo IES Pública o<br>Privada                      | -1.53<br>(1.402)  | -0.6854<br>(-1.205)    | -0.4378<br>(-1.25)    | 0.3699<br>(-0.336)    | 0.3759<br>(-0.3173)   | 0.3937<br>(-0.3292)   | 0.30907<br>(-0.3401)    | 0.2932<br>(-0.3191)     |
| Escuela de Medicina                                | .688<br>(.653)    | -0.1867<br>(-0.6197)   | -0.307<br>(-0.7661)   | -0.1675<br>(-0.2215)  | -0.1568<br>(-0.2102)  | -0.2015<br>(-0.2203)  | 0.3259<br>(-0.2253)     | -.4415**<br>(-0.2248)   |
| Índice I+D por<br>entidad federativa               | .0235<br>(.271)   | 0.0039<br>(-0.024)     | 0.0102<br>(-0.0252)   | 0.003<br>(-0.0071)    | -0.0029<br>(-0.0067)  | -0.0013<br>(-0.0072)  | -0.0013<br>(-0.00722)   | -0.0029<br>(-0.0069)    |
| R-SQUARED                                          | 0.18              | 0.411                  |                       |                       | 0.9414                |                       |                         |                         |
| Test de Lagrange                                   | 19.36             | 15.66                  | 14.07                 | .00                   |                       | 0.09                  | 1.46                    | 4.83                    |
| PROBABILIDAD                                       | .0000             | .00                    | 0.0001                | 0.98                  |                       | 0.75                  | 0.22                    | 0.027                   |

<sup>11</sup> También puede ser definido como cambio de elasticidades o cambios porcentuales de x sobre y (Benoit, 2011).

|                                                                                                                                                      |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| OBSERVACIONES                                                                                                                                        | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Nota: LNG_I_D=ln Gasto Privado en I+D. *** Significativo al 1%, ** significativo al 5%, * significativo al 10%. Todos los modelos poseen intercepto. |    |    |    |    |    |    |    |    |

De acuerdo a los modelos basados en el conteo de datos con la variable dependiente número de contratos privados I+D (tabla 2.5), es posible observar una mayor bondad de ajuste. Lo cual se observa al estimar los primeros 4 modelos de Poisson, de hecho estos modelos logran un mejor ajuste al aplicarles la transformación de Box-Cox, la cual estabiliza la inflación en la varianza de los datos.

En estos modelos no solamente el número de aplicación por patentes y el gasto público I+D son positivamente significativos sino otras variables incluyendo el número de años de experiencia del responsable de TT en cada institución académica y el poseer una escuela de medicina. Por otra parte parece tener una influencia negativa en los resultados el tamaño de la oficina de transferencia de tecnología (OTT) y el porcentaje de regalías otorgados al investigador. Finalmente variables relacionadas con la existencia de una regulación sobre notificación de invenciones, conflictos de interés y desarrollo en la capacidad de negocios dentro de las OTTs parece no tener ninguna relevancia.

**Tabla 2.5 Resultados de modelo con variable dependiente número de contratos privados con IES**

| Tipo de Modelo                                     | Modelo 1 Poisson          | Modelo 2 Poisson          | Modelo 3 Poisson          | Modelo 4 Poisson          | Modelo 4 Poisson Box-Cox  | Modelo 5 Poisson          | Modelo 5 Poisson Box-Cox  | Modelo 6 Poisson          | Modelo 6 Poisson Box-Cox  | Modelo 7 Poisson Box-Cox  |
|----------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| VARIABLE DEPENDIENTE                               | Numero Contratos Privados | Numero Contratos Privados | Numero Contratos Privados | Numero Contratos Privados | Numero Contratos Privados | Numero Contratos Privados | Numero Contratos Privados | Numero Contratos Privados | Numero Contratos Privados | Numero Contratos Privados |
| Capital Humano                                     | .0976<br>(.2118)          | -.0501<br>(.087)          | .0474<br>(.0936)          | -.1675<br>(.1041)         | .0587***<br>(.0065)       | 0.0735<br>(.1108)         | .0307*<br>(.0158)         | .0718<br>(.1108)          | .0768**<br>(.0334)        | .06933<br>(.5732)         |
| Patentes                                           |                           | .0206***<br>(.0023)       | .0167***<br>(.0026)       | .0066***<br>(.0025)       | 0.0<br>(.00015)           | -.0042<br>(.0028)         | 0.0<br>(.003)             | -.0041<br>(.0028)         | .2104***<br>(.0005)       | .42***<br>(.0099)         |
| Tamaño OTT                                         |                           |                           | .0003<br>(.0002)          |                           | .00035***<br>(.00001)     |                           | .0105***<br>(.0007)       |                           |                           | -.6562***<br>(.0134)      |
| Experiencia de Responsable OTT                     |                           |                           | .0206***<br>(.0073)       | -.0087<br>(.0084)         | .0082***<br>(.0005)       | .0076<br>(.0079)          | .0016**<br>(.0008)        | .0067<br>(.0084)          | .0559***<br>(.0023)       | .2957***<br>(.0234)       |
| Gasto Público I+D                                  |                           |                           |                           | .087***<br>(.0129)        | .7322***<br>(.002)        | .7055***<br>(.0482)       | .7315***<br>(.0005)       | .7050***<br>(.0483)       | .8717***<br>(.0135)       | 1.74***<br>(.0332)        |
| Regalías                                           |                           |                           |                           |                           |                           | -.2344*<br>(.1204)        | -.0104***<br>(.0007)      | -.2166*<br>(.1315)        | -.2825***<br>(.0390)      | -1.23***<br>(.2774)       |
| Regulación                                         |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           | .2024<br>(.1540)          | .1910***<br>(.0390)       | -.8215**<br>(.3277)       |
| Capacidades                                        |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           | .0143<br>(.0430)          |
| <b>CONTROL PARA CARACTERÍSTICAS UNIVERSITARIAS</b> |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
| Tipo IES Pública o Privada                         | -.9106***<br>(.3246)      | -.586***<br>(.1308)       | -.4775***<br>(.1353)      | .4468**<br>(.1746)        | .0606***<br>(.008)        | .0374<br>(.1559)          | .0431**<br>(.0209)        | .037<br>(.155)            | .0461<br>(.0343)          | .0809<br>(.7296)          |
| Escuela de Medicina                                | .5813**<br>(.2772)        | .0101<br>(.1248)          | .0790<br>(.1395)          | -.0935<br>(.1564)         | .4806***<br>(.0114)       | .5069<br>(.1603)          | .3317***<br>(.0296)       | .5112***<br>(.1609)       | .5102***<br>(.0446)       | .3848<br>(1.15)           |

|                                                                                                                                                            |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                      |                 |                      |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-----------------|----------------------|---------------------|
| Índice I+D<br>por entidad<br>federativa                                                                                                                    | .0113<br>(.0113) | .0028<br>(.0044) | .0057<br>(.0047) | -.0008<br>(.005) | -.0094***<br>(.0003) | -.0081<br>(.0066) | -.0092***<br>(.0009) | -.007<br>(.006) | .0851***<br>(.0016)  | .6383***<br>(.0325) |
| AIC/N                                                                                                                                                      | 12.41            | 10.98            | 10.86            | 5.93             | 549.17               | 5.64              | 281.8                | 5.68            | 153.92               | 127.03              |
| McFaddenPs<br>eudo R <sup>2</sup>                                                                                                                          | .279             | .366             | .377             | .47              |                      | .68               |                      | .69             |                      |                     |
| ALPHA                                                                                                                                                      |                  |                  |                  |                  | .050***<br>(.0003)   |                   | 0.050***<br>(.0003)  |                 | -.1265***<br>(.0014) | -1.79***<br>(.022)  |
| PROBABILID<br>AD                                                                                                                                           |                  |                  |                  |                  | .0000                |                   | .0000                |                 | .0000                | .0000               |
| OBSERVACIO<br>NES                                                                                                                                          | 50               | 50               | 50               | 50               | 50                   | 50                | 50                   | 50              | 50                   | 50                  |
| Nota: NCONTPRI=Núm de Contratos Privados I+D. *** significativo al 1%, ** significativo al 5%, * significativo al 10%. Todos los modelos poseen intercepto |                  |                  |                  |                  |                      |                   |                      |                 |                      |                     |

## 2.5. CONCLUSIONES

### 2.5.1. Discusión y contribuciones del trabajo

Los estudios sobre la transferencia de tecnología universitaria han proliferado en las últimas décadas. El éxito alcanzado por algunos centros de investigación y universidades en sus actividades de comercialización académica ha alentado a otras entidades a seguir su ejemplo. Sin embargo, una efectiva TT ha demostrado ser un proceso complejo y difícil de replicar. De este modo, este trabajo ha identificado algunos factores teóricos y empíricos en contextos de incipiente desarrollo en materia de transferencia de resultados de investigación académica. Al utilizar datos provenientes de 25 de las principales IES en México, se ha examinado la validez del enfoque teórico organizacional basado en recursos, rutinas y capacidades – RBV – en el contexto de las recién inauguradas OTTs universitarias.

Una primera contribución de este análisis confirma el bajo nivel de maduración que aún poseen las OTTs en México. Los resultados empíricos muestran que algunas universidades que poseen grandes OTTs no se corresponden con un eficiente desempeño en materia de TT. De hecho, podría afirmarse que algunas OTTs con un significativo personal laborando para las IES públicas, no están alcanzando niveles de eficiencia para lograr un nivel mínimo de acuerdos entre sus universidades y la industria. Lo anterior parece corroborar lo señalado por Debackere y Veugeleers (2005), acerca del requerimiento de impulsar esquemas de alta especialización en áreas científicas entre los miembros de las OTTs. Esto evidentemente no se ha concretado en México debido al incipiente grado de desarrollo en las OTTs.

Derivado de lo anterior, parece que en el período entre 2012 y 2013, aquellas IES que han fundado una OTT no se distinguen significativamente en su desempeño de aquellas instituciones que aún carecen de ellas. Sin embargo, en concordancia con Caldera y

Debande (2010), la experiencia medida en años, en comercialización académica del responsable de la OTT, sí parece incidir en el número de acuerdos que se alcanzan con la industria. Lo anterior, quizás sea debido en mayor parte, a la experiencia histórica y a una creación de red de contactos e intercambios con la industria, más que al desarrollo de capacidades y habilidades gerenciales (Siegel et al., 2007).

En segundo lugar, en concordancia con el estudio de Powers y Mc Dougall (2005), los recursos tecnológicos expresados en este estudio como el número de aplicaciones anuales para obtener registros de patentes, si resultan relevantes para explicar la posibilidad de mayores inversiones privadas, como para incidir en un mayor número de contratos con la industria. Si bien esta interpretación puede conllevar problemas de endogeneidad, parece confirmarse el hecho de que mayores recursos destinados a gastos en propiedad intelectual sí está asociado y explica flujos incrementales de TT universitaria (Thursby y Thursby, 2002). De este modo, un gran número de empresas parecen sentirse atraídas a establecer contactos con IES no solamente inmersas en una intensiva actividad en I+D, sino con entidades académicas que asumen un compromiso institucional para proteger y comercializar sus inventos (Owen-Smith y Powell, 2001).

Como una tercera contribución, este estudio revela que el indicador de la calidad del capital humano de la universidad, que en otros países es determinante para explicar el desempeño en TT (Powers y McDougall, 2005), en México no parece tener gran relevancia. Lo anterior, debido probablemente al esquema vigente de incentivos que aun privilegia la calidad docente y de investigación sobre la difusión y vinculación de los productos emanados de la investigación. Estos resultados parecen coincidir con los encontrados en estudios llevados a cabo fuera de EE UU (Lissoni et al., 2008). Sin embargo, la calidad del capital humano laborando en las OTTs expresada por el número de años de experiencia en desarrollo de negocios si parece ser un factor determinante de mayores niveles de TT (Franklin et al., 2001).

En cuarto lugar, en contraste con otros estudios sobre OTTs que resaltan la importancia de factores organizativos y rutinas tales como el establecimiento de un reglamento para dirimir conflictos de interés y el pago de regalías a los inventores (Friedman y Silberman, (2003; Lach y Schankerman, 2004), este estudio no encontró una relación significativa que nos ayudara a identificarlos como factores explicativos de la TT universitaria en México. Lo anterior debido a que aún existe una falta de cultura empresarial generalizada entre las IES a pesar de los esfuerzos institucionales para fomentar una mayor TT (Wright et al.,

2004a; Mosey y Wright, 2007). Ligado a lo anterior, las capacidades de negocios dentro de las OTTs que incluyen habilidades para la negociación y mercadeo, creación de redes, y capacidad de obtener capital semilla, no parecen poseer mayor impacto, esto en contraste con estudios elaborados en los EEUU (Lockett y Wright, 2005a,b). Nuevamente, esto puede deberse al incipiente grado de desarrollo de las OTTs en México.

Por último, aun cuando se confirman los resultados positivos del programa de estímulos a la innovación (PEI) del CONACYT, cuyo objetivo es aumentar acuerdos de colaboración y montos de inversión en conjunto entre el gobierno, la academia e industria; lo más importante en este estudio ha sido el hallazgo de evidencia de crecientes economías a escala. Estas nos indican que una mayor inversión pública para realizar proyectos en I+D, resulta en variaciones positivas más que proporcionales de parte de las empresas privadas, para la realización de acuerdos en TT. Lo anterior es relevante para los diseñadores de políticas tecnológicas en México donde, como ya se ha mencionado, la inversión del gobierno alcanza hasta dos terceras partes del gasto en investigación científica y desarrollo experimental (GIDE). Sin embargo, si México desea llegar a la meta de invertir el 1% del PIB en el GIDE, de acuerdo al planteamiento expresado en el documento del programa especial de ciencia y tecnología 2014-2018 (PECITE), se deben alentar mecanismos para que la iniciativa privada comparta dicho esfuerzo.

### **2.5.2. Limitaciones y líneas futuras de investigación**

A pesar de las contribuciones, este trabajo presenta una serie de limitaciones que señalamos a continuación. En primer lugar, en contraste con países más avanzados, la creación de OTTs en México se remonta en promedio al año 2011, esto representa una seria limitación para identificar capacidades de aprendizaje en estas organizaciones. Futuras líneas de investigación deben emprender adicionales enfoques teóricos como la detección de capacidades dinámicas y de absorción para entender mejor el desempeño y papel que juegan en la TT universitaria.

En segundo lugar, la serie de tiempo utilizada que se restringe a 2 períodos, impide señalar la exacta naturaleza de la relación entre nuevas patentes y mayores niveles de inversión privada en las IES. Es decir, se desconoce con precisión si el gasto privado canalizado a través del PEI genera una mayor cantidad de descubrimientos con potencial

para ser protegidos intelectualmente o viceversa. La recopilación de series de tiempo más amplias en el futuro ayudará a compensar esta limitación.

En tercer lugar, en la autoevaluación requerida a los responsables de las OTTs, la información obtenida sobre los mismos conceptos y rubros presenta cierto grado de heterogeneidad. De esta manera en el futuro, el diseño de mejores constructos teóricos e índices más apropiados a entornos con cierto grado de retraso tecnológico permitirá la estimación y construcción de modelos normativos y sistémicos más adecuados.

En cuarto lugar, este estudio se ha enfocado en los determinantes de la TT universitaria en términos globales, en el futuro se esperaría realizar un análisis teórico y empírico especializado, y en base a diferentes disciplinas científicas (Coupe, 2003; O'Shea et al., 2005). Lamentablemente, la base de datos del PEI proporcionada por CONACYT no realiza un desglose de los proyectos de acuerdo a su área científica. En el futuro, este tipo de estudios permitirán la identificación de ventajas distintivas en áreas estratégicas nacionales vinculadas a la TT universitaria tales como la biotecnología, metalmecánica, aeroespacial y energética.

En quinto lugar, el embrionario nivel de la TT universitaria en México ha impedido el uso y medición de instrumentos típicos en la literatura tales como número e ingresos por acuerdos de licenciamiento. Asimismo, se ha utilizado como proxy del gasto público en I+D, los montos monetarios relacionados exclusivamente con el PEI del CONACYT. Sin embargo, el CONACYT contempla diferentes fondos adicionales para el fomento de la ciencia y la tecnología, así como para la formación de capital humano de alto nivel. En el futuro, estos recursos públicos también deberán ser evaluados para conocer su impacto en la TT universitaria en México.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbeti, P. A. (2004). Government-Supported Incubators in the Helsinki Region, Finland: Infrastructure, Results, and Best Practices. *Journal of Technology Transfer*, 29, 19-40.
- Abreu, M., Grinevich, V. (2013). The nature of academic entrepreneurship in the UK: Widening the focus on entrepreneurial activities. *Research Policy*, 42, 408-422.
- Agrawal, A. (2001). University-to-industry knowledge transfer: literature review and unanswered questions. *International Journal of Management Reviews*, 2(4), 285-302.
- Agarwal, R., Shah, S. (2014). Knowledge sources of entrepreneurship: Firm formation by academic, user and employee innovators. *Research Policy*, 43, 1109-1133.
- Algieri, B., Aquino, A., Sucuro, M. (2013). Technology transfer offices and academic spin off creation: the case of Italy. *The Journal of Technology Transfer*, 38, 382-400.
- Autio, E., Kenney, M., Mustar, P., Siegel, D., Wright, M. (2014) Entrepreneurial innovation: The importance of context. *Research Policy*, 43, 1097-1108.
- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17, 99-120.
- Barney, J., Wright, M., Ketchen, D. (2001). The resource based view: 10 years after 1991. *Journal of Management*, 27(6), 625-642.
- Belenzon, S., Schankerman, M., (2009). University knowledge transfer: private ownership, incentives, and local development objectives. *Journal of Law and Economics* 52(1), 111–144.
- Bercovitz J., Feldmann, M. (2006). Entrepreneurial universities and technology transfer: A conceptual framework for understanding knowledge-based economic development. *Journal of Technology Transfer*, 31, 175-188.
- Boardman, C. P. (2008). Beyond the stars: The impact of affiliation with university biotechnology centers on the industrial involvement of university scientists. *Technovation*, 28, 291-297.
- Bodas-Freitas, I.M., Argou-Marques, R., Mirra de Paula, E. (2013a). University–industry collaboration and innovation in emergent and mature industries in new industrialized countries. *Research Policy*, 42, 443-453.

- Bodas-Freitas, I., Geuna, A., Rossi, F. (2013b). Finding the right partners: Institutional and personal modes of governance of university-industry interactions. *Research Policy*, 42, 50-62.
- Borsch, O.J., Huse, M., Senneseth, K. (1999). Resource configurations, competitive strategies, and corporate entrepreneurship: an empirical examination of small firms. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 24, 49-70.
- Bozeman, B. (2000). Technology Transfer and Public Policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29, 627-655.
- Bozeman, B., Rimes, H., Youtie, J., (2015). The evolving state-of-the-art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model. *Research Policy*, 44, 34-49.
- Bradley, S., Hayter, C., Link, A. (2013). Models and methods of university technology transfer. Working Paper. 13-10. June. The University of North Carolina Greensboro, 1-73.
- Caldera, A., Debande, O. (2010). Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis. *Research Policy*, 39, 1160-1173.
- Carayannis, E. G., Rogers, E. M., Kurihara, K., Allbritton, M.M. (1998). High technology spin-offs from government R&D laboratories and research institutes. *Technovation*, 18(1), 1-10.
- Carlsson, B., Fridh, A. (2002). Technology transfer in United States universities: A survey and statistical analysis. *Journal of Evolutionary Economics*, 12, 199-232.
- Carree, M., Della Malva, A., Santarelli, E. (2014). The contribution of universities to growth: empirical evidence for Italy. *The Journal of Technology Transfer*. 39(3), 393-414.
- Chapple, W., Lockett, A., Siegel, D., Wright, M. (2005). Assessing the relative performance of U.K. university technology transfer offices: parametric and non-parametric evidence. *Research Policy*, 34, 369-384.
- Chukumba, C., Jensen, R. (June, 2005). University Invention, Entrepreneurship, and Start-Ups. Working Papers 11475. NBER. Washington DC.

- Cimoli, M., Ferraz, J. C., Primi, A. (2005). Science and Technology Policies in Open Economies: The Case of Latin America and the Caribbean. *Productive Development Series* 165. ECLAC, United Nations, Santiago de Chile, Chile.
- Clarysse, B., Wright, M., Lockett, A., Van de Velde, E., Vohora, A. (2005). Spinning out new ventures: a typology of incubation strategies from European research institutions. *Journal of Business Venturing*, 20, 183-216.
- Clarysse, B., Tartari, V., Salter, A. (2011). The impact of the entrepreneurial capacity, experience and organizational support on academic entrepreneurship. *Research Policy*, 40, 1084-1093.
- Cohen, W. M., R. R. Nelson, Walsh, J. (2002). Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D. *Management Science* 48, 1–23.
- Colyvas, J., Crow, M., Gelijns, A., Mazzoleni, R., Nelson, R., Sampat, B. N. (2002). How Do University Inventions Get into Practice? *Management Science*, 48(1), 61-72.
- Coupe, T. (2003). Science Is Golden: Academic R&D and University Patents. *Journal of Technology Transfer*, 28(1), 31-46.
- Debackere, K., Veugelers, R. (2005). The role of academic technology transfer organizations in improving industry science links. *Research Policy*, 35, 321-342.
- Deeds, D., DeCarolis, D., Coombs, J. (1997). The impact of firm specific capabilities on the amount of capital raised in an initial public offering: evidence from the biotechnology industry. *Journal of Business Venturing*, 12, 31–46.
- Deeds, D., DeCarolis, D., Coombs, J. (1999). Dynamic capabilities and new product development in high technology ventures: An empirical analysis of new biotechnology firms. *Journal of Business Venturing*, 15, 211-229.
- Dierickx, I., Cool, K. (1989). Asset Stock Accumulation and the Sustainability of Competitive Advantage. *Management Science*, 35(12), 1504-1511.
- Di Gregorio, D., and Shane, S. (2003). Why do some universities generate more start-ups than others? *Research Policy*, 32, 209-227.
- Dutrénit, G., Arza, V. (2015). Features of interactions between public research organizations and industry in Latin America: the perspective of researchers and firms.

In: *Developing National Systems of Innovation: University-industry Interactions in the Global South*. Cheltenham UK: Edward Elgar Pub.

- Etzkowitz, H. (2002). *MIT and the Rise of Entrepreneurial Science*. London: Routledge.
- Etzkowitz, H., Viale, R. (2010). Polyvalent knowledge and the Entrepreneurial University: A Third Academic Revolution? *Critical Sociology*, 36, 4.
- Fontes, M. (2005). The process of transformation of scientific and technological knowledge into economic value conducted by biotechnology spin-offs. *Technovation*, 25, 339-347.
- Franklin, S. J., Wright, M., Lockett, A. (2001). Academic and Surrogate Entrepreneurs in University Spin-out Companies. *Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), 127-141.
- Friedman, J., Silberman, J. (2003). University technology transfer: do incentives, management and location matter? *Journal of Technology Transfer*, 28, 17-30.
- Gideon, D. M., Gideon, D., Phan, P. H., Balkin, D. B., Gianiodis, P. T. (2005). Entrepreneurship and university-based technology transfer. *Journal of Business Venturing*, 20, 241-263.
- Goldstein, H., Bergmann, E.M., Maier, G. (2012). University mission creep: Comparing EU and US faculty views of university involvement in economic regional development and commercialization. *Annals of Regional Science*, Special Issue Paper.
- González, J., Kuechle, G., Legazkue, I. (2013). An assessment of the determinants of university technology transfer. *Economic Development Quarterly*, 27, 6-17.
- Grimaldi, R., Kenny, M., Siegel, D., Wright, M. (2011). 30 years after Bayh-Dole: Reassessing academic entrepreneurship. *Research Policy*, 40, 1045-1057.
- Guerrero, M., Cunningham, J., Urbano, D., (2015). Economic impact of entrepreneurial universities' activities: An exploratory study of the United Kingdom. *Research Policy*, 44, 748-764.
- Hindle, K., and Yencken, J. (2004). Public research commercialization, entrepreneurship and new technology based firms: an integrated model. *Technovation*, 24, 794-803.
- Jacob, M., Lundqvist, M., Hellsmark, H. (2003). Entrepreneurial transformations in the Swedish University system: the case of Chalmers University of Technology. *Research Policy*, 32, 1555-1568.

- Jensen, R., Thursby, M. (2001). Proofs and prototypes for sale: The licensing of university inventions. *The American Economic Review*, 91, 240-259.
- Jensen, R. A., Thursby, J. G., Thursby, M. C. (2003). Disclosure and licensing of University inventions: 'The best we can do with the s\*\*t we get to work with'. *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1271-1300.
- Kenney, M., Goe, W.R. (2004). The role of social embeddedness in professional entrepreneurship: A comparison of electrical engineering and computer science at UC Berkeley and Stanford. *Research Policy*, 33, 691-707.
- Lach, S., Schankerman, M. (2004). Royalty sharing and technology licensing in universities. *Journal of European Economic Association*, 2 (2/3), 252–264.
- Lach, S., Schankerman, M. (2008). Summer. Incentives and invention in universities. *The Rand Journal of Economics*, 39, 403-433.
- Lee, Y. S. (2000). The sustainability of university-industry research collaboration. *Journal of Technology Transfer*, 25, 111–133.
- Lindelfhof, P., Lofsten, H. (2004). Proximity as a resource base for competitive advantage: university-industry links for technological transfer. *The Journal of Technology Transfer*, 29(3-4), 311-326.
- Light, D. W., Lexchin, J. R. (2012). Pharmaceutical research and development: what do we get for all that money? *British Management Journal*, 345.
- Link, A. N., Scott, J. T. (2005). Opening the ivory tower's door: An analysis of the determinants of the formation of U.S. university spin-off companies. *Research Policy*, 34, 1106-1112.
- Link, A., Siegel, D., Wright, M. (2015). *The Chicago Handbook of University Technology Transfer and Academic Entrepreneurship*. Chicago: Chicago University Press.
- Lissoni, F., Llerena, P., McKelvey, M., Sanditov, B. (2008). Academic patenting in Europe: new evidence from the KEINS database. *Research Evaluation*, 17(2), 87-102.
- Lockett, A., Thompson, S. (2001). The resource-base view and economics. *Journal of Management*, 27, 723-754.
- Lockett, A., Wright, M., Franklin, S. (2003). Technology Transfer and Universities' spin-out strategies. *Small Business Economics*, 20, 185-200.

- Lockett, A., Thompson, S. (2004). Edith Penrose's contribution to the resource-based view: an alternative view. *Journal of Management Studies*, 41(1), 193-203.
- Lockett, A., Wright, M. (2005a). Resources, capabilities, risk capital and the creation of university spin-out companies. *Research Policy*, 34, 1043-1057.
- Lockett, A., Siegel, D., Wright, M., Ensley, M. D. (2005b). The creation of spin-off firms at public research institutions: managerial and Policy Implications. *Research Policy*, 34, 981-993.
- Macho, I., Pérez, D., Veugelers, R. (2007). Licensing of university inventions: The role of a technology transfer office. *International Journal of Industrial Organization*, 25, 483-510.
- Markman, G., Gianiodis, P. T., Phan, P. H., Balkin, D. B. (2005a). Innovation speed: Transferring university technology to market. *Research Policy*, 34, 1058-1075.
- Markman G., Phan P., Balkin D., Gianiodis P. (2005b). Entrepreneurship and university-based technology transfer. *Journal of Business Venturing*, 20, 241-263.
- Markman, G., Gianiodis, P., Phan, P. (2006). An agency theoretic study of the relationship between knowledge agents and university technology transfer offices. *IEEE Trans Engineering Management*, 55, 29-36.
- McAdam, R., Miller, K., McAdam, M., Teague, S. (2012). The development of university technology transfer stakeholder relationships at a regional level: Lessons for the future. *Technovation*, 32, 57-67.
- McDevitt, V. L., Mendez-Hinds, J., Winwood, D., Nijhawan, V., Sherer, T., Ritter, J. F., Sanberg, P. R. (2014). More than money: The exponential impact of academic technology transfer. *Technology and innovation*, 16(1), 75.
- McGuirk, H., Lenihan, H., Hart, M. (2015). Measuring the impact of innovative human capital on small firms' propensity to innovate. *Research Policy*, 44(4), 965-976.
- Medina, E., Da Costa Marques, I., Holmes, C., Cueto, M. (2014). *Beyond Imported Magic: Essays on Science, Technology, and Society in Latin America*. Cambridge MA: MIT Press.
- Montgomery, C., Wernerfelt, B. (1988). Diversification, Ricardian rents, and Tobin's q. *RAND Journal of Economics*, 19(4), 623-632.

- Mosey, S., Wright, M. (2007). From Human Capital To Social Capital: A Longitudinal Study of Technology-Based Academic Entrepreneurs. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 31(6), 909-935.
- Mowery, D.C., Nelson, R.R., Sampat, B.N., Ziedonis, A. A. (2001). The growth of patenting and licensing by U.S. universities: an assessment of the effects of the Bayh-Dole act in 1980. *Research Policy*, 30, 99-119.
- Mowery, D., Nelson, R., Sampat, B., Ziedonis, A. (2015). *Ivory tower and industrial innovation: University-industry technology transfer before and after the Bayh-Dole Act*. Palo Alto, CA: Stanford University Press.
- Mustar, P., Renault, M., Colombo, M. G., Piva, E., Fontes, M., Lockett, A., Wright, M., Clarysse, B., Moray, N. (2006). Conceptualising the heterogeneity of research-based spin-offs: A multi-dimensional taxonomy. *Research Policy*, 36, 289-308.
- Nerkar, A., Shane, S. (2003). When do start-ups that exploit patented academic Knowledge survive? *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1391-1410.
- O’Kane, C., Mangematin, V., Geoghegan, W., Fitzgerald, C., (2015). University technology transfer offices: The search for identity to build legitimacy. *Research Policy*, 44, 421-437.
- O’Shea, R., Allen, T.J., O’Gorman, C., Roche, F. (2004). Universities and technology transfer: a review of academic entrepreneurship literature. *Irish Journal of Management*, 25(2), 11-29.
- O’Shea, R., Allen, T. J., Chevalier, A., Roche, F. (2005). Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of U.S. universities. *Research Policy*, 34, 994-1009.
- O’Shea, R., Allen, T. J., Morse, K., O’Gorman, C., Roche, F. (2007). Delineating the anatomy of an entrepreneurial university: The Massachusetts Institute of Technology Experience. *R&D Management*, 37(1), 1-16.
- O’Shea, R., Chugh, H., Allen, T. J. (2008). Determinants and consequences of university spin-off activity: A conceptual framework. *Journal of Technology Transfer*, 33(6), 653–666.
- Owen-Smith, J., Powell, W.W. (2001). To patent or not: faculty decisions and institutional success at technology transfer. *Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), 99-114.

- Perkmann, M. (2007). University-industry relationships and open innovation towards a research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 9(4), 1-55.
- Perkmann, M., King, Z., Pavelin, S. (2011). Engaging excellence? Effects of faculty quality on university engagement with industry. *Research Policy*, 40, 539-552.
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'Este, P., Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423-442.
- Phan, P. H., Siegel, D. S. (2006). The effectiveness of university technology transfer: lessons learned from qualitative and quantitative research in the US and UK. *Foundations and Trends in Entrepreneurship*, 2, 66–144.
- Piccaluga, A., Baldessi, C., (2012). *The Proton Europe Ninth Annual Survey Report (Fiscal year 2011)*. Brussels, Belgium: Proton Europe.
- Powers, J. B., McDougall, P. P. (2005). University start-up formation and technology licensing with firms that go public: a resource-based view of academic entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, 20, 291-311.
- Radosevich, R. (1995). A model for entrepreneurial spin-offs from public technology sources. *International Journal of Technology Management*, 10, 879-893
- Rasmussen, E., Mosey, S., Wright, M. (2014). The influence of university departments on the evolution of entrepreneurial competencies in spin-off ventures. *Research Policy*, 43, 92-106.
- Reddy, M., Zhao, L. (1990). International technology transfer: A review. *Research Policy*, 19(4), 285-307.
- Reisman, A. (1989). Technology transfer: a taxonomic view. *Journal of Technology Transfer*, 14(3-4), 31-36.
- Roessner, D., Bond, J., Okubo, S., Planting, M. (2013). The economic impact of licensed commercialized inventions originating in university research. *Research Policy*, 42, 23-24.
- Rosas, H., Cruz, P., Gámez, A. (2015). Modelo de Vinculación Universidad-Empresa. *Global Conference on Business & Finance Proceedings*, 10(1), 1064-1073.

- Rothaermel, F., Thursby, M. (2005a). Incubator firm failure or graduation? The role of University linkages. *Research Policy*, 34, 1076-1090.
- Rothaermel, F.T., Agung, S., Jiang, L. (2007). University entrepreneurship: a taxonomy of the literature. *Industrial and Corporate Change*, 16, 691–791.
- Sansom, K. J., Gurdon, M. A. (1993). University scientists as entrepreneurs: a special case of technology transfer and high-tech venturing. *Technovation*, 13, 63-71.
- Saxenian, A. L. (1996). *Regional Advantage: culture and competition in Silicon Valley and Route 128*. Boston: Harvard University Press.
- Schilling, M. A. (2010). *Strategic Management of Technological Innovation*. (3rd Ed.) New York: Mc Graw Hill.
- Shane, S. (2001). Technological opportunities and new firm creation. *Management Science*, 47, 205-220.
- Shane, S., Stuart, T. (2002). Organizational Endowments and the Performance of Start-Ups. *Management Science*, 48(1), 154-170.
- Shane, S. (2004a). *Academic Entrepreneurship; University Spinoffs and Wealth Creation*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Siegel, D. S., Waldman, D. A., Atwater, L. E., Link, A. N. (2003a). Commercial knowledge transfers from universities to firms: improving the effectiveness of university–industry collaboration. *Journal of High Technology Management Research*, 14, 111-133.
- Siegel, D. S., Westhead, P., and Wright, M. (2003b). Science Parks and the Performance of New Technology-Based Firms: A Review of Recent U.K. Evidence and an Agenda for Future Research. *Small Business Economics*, 20, 177-184.
- Siegel, D.S., Waldman, D., Link, A. (2003c). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy*, 32, 27-48.
- Siegel, D., Westhead, P., Wright, M. (2003d). Assessing the impact of university science parks on research productivity: exploratory firm-level evidence from the United Kingdom. *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1357-1369.

- Siegel, D., Waldman, D., Atwater, L., Link, A.N. (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technologies. *Journal of Engineering and Technology Management*, 21, 115-142.
- Siegel, D. S., Phan, P.H., (2004.) Analyzing the Effectiveness of University Technology Transfer: Implications for Entrepreneurship Education. Working Paper No. 0426. Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY.
- Siegel D., Wright, M. (2007). Intellectual property: the assessment. *Oxford Review of Economic Policy*, 23(4), 529-540.
- Siegel, D. S., Veugelers, R., and Wright, M. (2007). Technology transfer offices and commercialization of university intellectual property: performance and policy implications. *Oxford Review of Economic Policy*, 23(4), 640-660.
- Silverman, B. (1999). Technological Resources and the Direction of Corporate Diversification: Toward an Integration of the Resource-Based View and Transaction Cost Economics. *Management Science*, 45(8), 1109-1124.
- Solleiro, J. L., Castañón, R. (2012). Competitividad, Innovación y Transferencia de Tecnología en México. *Innovación y Competitividad*, 869(6), 149-161.
- Stephan, Paula, (2012). *How Economics Shapes Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Stephan, P., Franzoni, C., Scellato, G. (2015). Global competition for scientific talent: evidence from location decisions of PhDs and postdocs in 16 countries. *Industrial and Corporate Change*, Forthcoming.
- Stuart, T., Ding, W. (2006). When do scientists become entrepreneurs? The social structural antecedents of commercial activity in the academic life sciences. *American Journal of Sociology*, 112(1), 97-144.
- Thursby, J. G., Jensen, R., Thursby, M. C. (2001). Objectives, Characteristics and Outcomes of University Licensing: A Survey of Major U.S. Universities. *Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), 59-72.
- Thursby, J. G., Thursby, M. C. (2002a). Who is selling the Ivory Tower? Sources of Growth in University Licensing. *Management Science*, 48(1), 90-104.

- Thursby, J. G., Kemp S. (2002b). Growth and productive efficiency of university intellectual property licensing. *Research Policy*, 31, 109-124.
- Tseng, A. A., Raudensky, M. (2014). Performance evaluations of technology transfer offices of major US research universities. *Journal of Technology Management & Innovation*, 9(1), 93-102.
- Van Looy, B., Ranga, L.M., Callaert, J., Debackere, K., Zimmermann, E. (2004). Combining entrepreneurial and scientific performance in academia: towards a compounded and reciprocal Matthew effect? *Research Policy*, 33(3), 425-441.
- Vohora, A., Lockett, A., Wright, M. (2004). Critical junctures in the development of university high-tech spin out companies. *Research Policy*, 33(1), 147-175.
- Wright, M., Vohora, A., Lockett, A. (2004b). The Formation of High-Tech University Spinouts: The Role of Joint Ventures and Venture Capital Investors. *Journal of Technology Transfer*, 29(3-4), 287-310.
- Wright, M., Clarysse, B., Mustar, P., Lockett, A. (2007). *Academic entrepreneurship in Europe*. London: Edward Elgar.
- Wright, M. (2014). Academic entrepreneurship, technology transfer and society: where next? *The Journal of Technology Transfer*, 39(3), 322-334.
- Wuchty, S., Jones, B., Uzzi, B. (2007). The Increasing Dominance of Teams in Production of Knowledge. *Science*, 316, 1036-1039.
- Zhao, L.M., Reisman, A. (1992). Toward meta research on technology transfer. *IEEE Transactions on Engineering management*, 39(1), 13-21.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., Brewer, M. B. (1998). Intellectual human capital and the birth of U.S. biotechnology enterprises. *The American Economic Review*, 88(1), 290-306.
- Zucker, L. G., Darby, M. R. (2002). Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology. *Management Science*, 48, 138-153.

## **CAPÍTULO 3**

### **LOS DETERMINANTES DE LA CREACIÓN Y DESARROLLO DE EMPRESAS *SPIN OFF***



## RESUMEN

Este capítulo presenta un análisis de los recientes procesos conducentes a la fundación y desarrollo de las empresas de base tecnológica, *spin offs*, en países en desarrollo, directamente emanadas de las universidades y centros públicos de investigación. Utilizando un modelo dinámico que incorpora una diversidad de factores teóricos explicativos encontrados en la literatura – evolutivos, institucionales, organizacionales, ambientales – se busca encontrar los determinantes de estas empresas de base tecnológica universitaria. Los resultados muestran que la dependencia histórica, el aprendizaje dinámico acumulado y una cultura pro-empresarial en las universidades son factores explicativos en la fundación de empresas *spin offs* en México durante el período 2011-2013, en tanto que factores organizativos y ambientales encontrados en economías más avanzadas no parecen ser significativos. Estos resultados tienen importantes implicaciones en el diseño de futuras políticas públicas en tecnología e innovación en el contexto de economías en desarrollo que pretendan mejorar el desempeño de transferencia tecnológica mediante la promoción de empresas de base tecnológica universitaria del tipo *spin off*.

### Palabras clave

Empresas de base tecnológica, *spin offs* universitarias, trayectoria histórica, inversión en investigación y desarrollo, oficinas de transferencia de tecnología.

### 3.1. INTRODUCCIÓN

El emprendimiento empresarial académico tiene como fundamento y principal objetivo difundir la tecnología y la propiedad intelectual que emerge de las universidades buscando el desarrollo de nuevos productos, la creación de nuevas industrias y la generación de empleos con alto valor agregado (Mustar et al., 2006; Abreu et al., 2013; Perkmann et al., 2013; Kalar et al., 2015). Las *spin offs* universitarias se definen como nuevas empresas creadas por parte de los profesores universitarios, el *staff* o los estudiantes, quienes innovan en un contexto de investigación académica y posteriormente explotan comercialmente este conocimiento (Shane, 2004; Lockett et al., 2005; Agarwal y Shah, 2014).

Desde la década de los 80, los estudios académicos internacionales sobre *spin offs* han cobrado relevancia debido a que representan un subconjunto económicamente importante de las nuevas empresas de base tecnológica (Grimaldi et al., 2011; Autio et al., 2014; Rizzo, 2015). Estas empresas han mostrado un alto potencial para crear empleo de alta calidad y alentar el desarrollo económico. De acuerdo con Shane (2004a), el estudio sobre *spin offs* es importante por lo menos cuatro aspectos:

En primer lugar, en cuanto al incremento en el desarrollo económico local y la difusión del conocimiento especializado –*knowledge spillovers*– en áreas cercanas a las universidades donde se localizan (Audretsch et al., 2005; Cowan et al., 2013; Iacobucci et al., 2015) El efecto multiplicador de beneficios a partir de la instalación de *spin offs* en un área o región se incrementa principalmente por dos razones: por una parte, por aumentos de demanda observable en los mercados locales de insumos, mano obra especializada, tecnologías complementarias, etc. y, por otra, por los mayores flujos de inversión privada para investigación, desarrollo y comercialización en comparación a otras empresas de base tecnológica (Goldfarb et al., 2003). De acuerdo con Shane (2004a), se calcula que en EEUU, en promedio cada empresa *spin off* genera US\$10 millones en valor agregado y crea aproximadamente 83 puesto de trabajo de alta calidad.

Asimismo, en segundo lugar, las *spin offs* universitarias facilitan la comercialización de tecnologías universitarias que, por lo general suelen permanecer como prototipos o pruebas de concepto (Festel, 2013; Agarwal y Shah, 2014). Lo anterior se debe a que en general las empresas establecidas persiguen estrategias de minimización de riesgos y evitan invertir en tecnologías con incipientes niveles de desarrollo (Thursby y Thursby, 2002). En consecuencia, las pequeñas empresas directamente surgidas de los laboratorios

universitarios denominadas *spin offs* se han convertido en el vehículo idóneo para la comercialización exitosa de estas tecnologías tempranas (Thursby et al., 2001).

Además, en tercer lugar, estas empresas contribuyen a la misión fundamental de las universidades de impulsar la investigación y enseñanza mediante la obtención de fondos y financiación para I+D de manera más ágil que los laboratorios e institutos de investigación (Stephan, 2012). Asimismo, las *spin offs* fomentan la permanencia y retención de académicos de alta calidad en las universidades mediante esquemas de compensación complementarias (Powell y Owen-Smith, 1998).

En cuarto lugar, las *spin offs* poseen un desempeño operativo y financiero en promedio superior a otras empresas. Algunos trabajos empíricos señalan que en los EEUU las *spin offs* poseen una tasa de sobrevivencia y generación de valor agregado como porcentaje de ventas superior al resto de empresas *start-up* (Bray y Lee, 2000).

A su vez, con base en O'Shea et al. (2008), es posible señalar que los estudios sobre los determinantes de las *spin offs* pueden agruparse en diversas categorías, entre las que destaca: los factores organizativos, las características de las instituciones y el contexto ambiental y externo. Entre los científicos sociales que se han enfocado en analizar los aspectos organizativos y de financiación en I+D para determinar la actividad de *spin offs* sobresalen los trabajos de Lockett y Wright (2005a,b) y Powers y Mc Dougall (2005). Estos estudios han encontrado una relación significativa y positiva entre el gasto en I+D y la actividad de las *spin offs*. Por su parte, O'Shea et al. (2005) encuentra que ciertas áreas científicas son relevantes para generar un mayor número de *spin offs*. Otros estudios resaltan la importancia de las oficinas de transferencia de tecnología OTTs para facilitar la generación de *spin offs* (Carlsson y Fridh, 2002; Siegel, Waldman y Link et al., 2003). En lo que respecta a las características de las instituciones, se identifica los valores y normas culturales impulsados por las universidades y gobiernos como determinantes en la creación de *spin offs* (O'Shea et al., 2007; Djokovic et al., 2008). Asimismo, esta corriente señala que los incentivos tales como las regalías a investigadores puede incidir en la creación de empresas universitarias (Di Gregorio y Shane, 2003). Finalmente un último grupo de estudios relacionados con factores externos identifica al capital de riesgo, la infraestructura regional, el gasto público y el tipo de asignación legal de las invenciones como elementos clave en la creación de las *spin offs* (Florida y Kenney, 1988; Shane, 2004b; Wright et al., 2004b).

De lo anterior y siguiendo una tendencia internacional, se desprende el creciente interés que en México y otros países en desarrollo ha despertado la formulación de programas para el impulso de *spin offs* universitarias (Etzkowitz et al., 2005; Thorn y Soo, 2006; Bas, 2012; Borges et al., 2013). En un trabajo comparativo entre los principales centros de investigación en Chile, México y Brasil, Solleiro et al. (2009) identifican las principales fortalezas y debilidades en relación con la gestión de conocimiento. En México, hay pocos trabajos que analicen los vínculos entre la academia y la industria para impulsar la transferencia de tecnología (Torres et al., 2009). Sin embargo, existen instituciones de educación superior (IES) que activamente han desarrollado un ambicioso programa para incubar y fundar *spin offs* en los últimos años (Molina et al., 2011). El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 menciona la importancia de las *spin offs* como vehículo para dinamizar el desarrollo económico. Asimismo, el Programa de Ciencia y Tecnología 2008-2012 señala la creación de unidades de vinculación y OTTs, capital de riesgo y semilla, parques tecnológicos e incubadoras y el diseño de paquetes tecnológicos para la operación de *spin offs* y otros mecanismos que coadyuven a la transferencia de tecnología (CONACYT, 2008, 2010).

Por todo lo expuesto, el objetivo de este trabajo es identificar los elementos explicativos de la generación de las *spin offs* universitarias. Al incorporar un conjunto único de variables y factores teóricos se señalan aspectos relevantes en la creación de *spin offs*, en el contexto de economías de desarrollo tecnológico medio. De este modo, este trabajo señala directrices para los gestores de políticas universitarias para mejorar el proceso de creación de *spin offs*. Asimismo, busca difundir entre los académicos con espíritu empresarial, un mejor entendimiento de estos procesos en economías en desarrollo.

El trabajo se ha estructurado de la siguiente forma. En primer lugar se presenta la fundamentación teórica del trabajo. La siguiente sección realiza una revisión literaria de los principales estudios teórico-empíricos en torno a las *spin offs* universitarias en el ámbito internacional y realiza el planteamiento de las hipótesis a contrastar. En el apartado 3 se explicita la metodología de la investigación. Finalmente en las secciones 4 y 5 se presentan los resultados y conclusiones de este estudio.

### **3.2. ANTECEDENTES TEÓRICOS EN LA LITERATURA SOBRE *SPIN OFFS***

Entre los diversos estudios teóricos que estudian las características de las *spin offs*, destacan los que señalan a los factores individuales, evolutivos, organizativos, propios de la institución, ambientales y sistémicos como determinantes en la creación de este tipo de empresas. En este trabajo nos enfocamos en el estudio de las *spin offs* a nivel universitario, dejando de lado factores de tipo individual y sistémico. Por ello nos concentramos exclusivamente en los factores organizativos, afines a las instituciones y ambientales. A continuación se revisa cada uno de estos tipos de factores.

#### **3.2.1. Factores organizativos vinculados a la actividad universitaria de *spin offs***

La corriente de estudios relativa a los determinantes organizativos busca establecer los vínculos entre la actividad de las *spin offs* y un conjunto de factores ligados a un eficiente funcionamiento de las organizaciones. Debackere (2000) señala la importancia de establecer adecuadas estructuras organizativas para una eficiente TT, las cuales incluyen procesos (capital semilla, propiedad intelectual, planes de negocios y servicios para el desarrollo de nuevas empresas), nuevas rutinas, y estructuras de gobierno matriciales para fomentar la investigación multidisciplinaria (Rasmussen y Mosey, 2014).

La literatura cita entre las más relevantes variables de tipo organizativo: el tipo de investigación y la tecnología desarrollada en las universidades, la calidad de los investigadores, la existencia de OTTs, incubadoras y parques tecnológicos (Druilhe y Garnsey, 2004; Heirman y Clarysse, 2004; Mustar et al., 2006).

Durante décadas, las medidas basadas en patentes han sido utilizadas para medir la capacidad innovadora de universidades y empresas (Griliches, 1990). El área de investigación científica por universidad también parece ser un factor importante para explicar la actividad de las *spin offs*. De acuerdo con O'Shea et al. (2005), cuyo estudio examina 141 universidades en los EEUU en el período de 1995 a 2001, las ciencias biológicas, químicas, y de la informática poseen un efecto estadísticamente significativo sobre las tasas de creación de nuevas *spin offs*. En otro trabajo, Agarwal y Shah (2014) señalan que el 50% de las patentes en biotecnología y el 57% de las invenciones protegidas en las áreas de internet e informática provienen de las IES. Uno de los recursos clave con los que cuenta una universidad o centro de investigación, en sus esfuerzos por

comercializar su conocimiento, lo constituyen sus invenciones protegidas. Las patentes son instrumentos que dan certidumbre jurídica y son signos del compromiso institucional para difundir invenciones científicas en el mercado. De acuerdo a Nerkar y Shane (2003), la radicalidad de las invenciones y la amplitud y alcance de la protección conferida a la patente *-patent claim-* reducen la probabilidad de fracaso de nuevas *spin offs*. Asimismo, al obtener la titularidad y el derecho exclusivo de explotar las invenciones, las *spin offs* universitarias obtienen una ventaja competitiva temporal al mantener una cartera de patentes difícil de imitar (Sampat et al., 2003; Hsu et al., 2013). De este modo, se introduce la primera hipótesis:

**H<sub>1</sub>:** Las IES con un mayor número de patentes y aplicaciones para protección intelectual de inventos muestran mayor número de creación de empresas *spin offs*.

Un segundo elemento organizativo citado en la literatura que condiciona la creación de las *spin offs* es la calidad de los cuerpos académicos. De acuerdo con DiGregorio y Shane (2003), los académicos de las universidades más prestigiosas poseen la capacidad de conjuntar recursos y competencias con mayor facilidad para el establecimiento de *spin offs*. Asimismo Zucker et al. (1998) señala que aquellas universidades con capital humano intelectual sobresaliente – *stars* –, poseen la habilidad de fundar nuevas firmas con base en su “halo de prestigio”, disminuyendo la información asimétrica entre inversionistas y académicos. En síntesis, el capital humano es el recurso más relevante que poseen las universidades y los centros de investigación avanzados (Powers y Mc Dougall, 2005). De allí que formulemos nuestra segunda hipótesis:

**H<sub>2</sub>:** Las IES con mayor nivel de calidad en sus cuadros académicos y de investigadores de alto nivel muestran mayor número de creación de empresas *spin offs*.

Un tercer elemento del tipo organizativo a considerar es la existencia de oficinas de transferencia de tecnología y conocimiento (OTTs), las cuales son entidades que diseminan y propagan los resultados de investigación de la universidades para el bienestar público y común (Carlsson y Fridh, 2002). Asimismo, las OTTs aglutinan invenciones de varios laboratorios de investigación y construyen una reputación entre las universidades (Macho-Stadler et al., 2007). Una eficiente OTT tiene una relación cercana y continua con los investigadores, construye activos complementarios para la transferencia, diseña atractivos paquetes de compensación y coordina la investigación básica y aplicada para enfrentar los cambios en la economía y sociedad (Debackere y Veugelers, 2005). A pesar de que algunos estudios señalan que las OTTs también pueden obstaculizar la transferencia de

tecnología (Siegel et al., 2003), las OTTs disminuyen conflictos de agencia buscando la protección de la propiedad intelectual de los inventos, vinculando a los emprendedores empresariales académicos con fuentes de financiación y capital de riesgo y estableciendo representatividad en el consejo de administración de las *spin offs* (Fontes, 2005; O’Kane et al., 2015). Así, de acuerdo con Lockett y Wright (2005), las OTT’s son vehículos identificados como recursos comerciales que facilitan la transferencia de tecnología a través de varias vías siendo una de las más relevantes la formación de *spin offs*. Esto nos conduce a nuestra siguiente hipótesis:

**H<sub>3</sub>** Las IES que poseen una OTT muestran mayor número de creación de empresas *spin offs*.

### **3.2.2. Factores relacionados con las características de las instituciones académicas**

La segunda tendencia de literatura sobre *spin offs* evalúa la influencia de las prácticas, valores culturales, rutinas, procedimientos de las universidades en la comercialización de sus invenciones. Un claro ejemplo lo constituyen las normas y prácticas existentes en instituciones establecidas en ciertas universidades reconocidas internacionalmente (MIT, Utah, Berkeley, UCSF, Cambridge, Stanford) para impulsar el emprendimiento empresarial académico a través del impulso de la creación de *spin offs* (Shane, 2002; Moray y Clarysse, 2005; O’Shea et al., 2007). Dentro de este enfoque, las relaciones sociales, los patrones de imitación y la colaboración empresarial por parte de académicos sobresalientes, determinan la participación de los profesores en actividades de comercialización de inventos a través de la fundación de *spin offs* (Kenney y Goe, 2004; Stuart y Ding, 2006; Djokovic y Souitarois, 2008, Agarwal y Shah, 2014).

Diversos estudios apuntan que el ambiente pro-empresarial de las comunidades académicas es un elemento crucial en la creación de recursos y capacidades para la fundación de empresas universitarias (Franklin et al., 2001; Clarysse et al., 2005). Asimismo, Clarke (1998) en un estudio transnacional de cinco universidades europeas identificó la cultura empresarial como elemento clave para la transferencia de tecnología universitaria exitosa. Las universidades tradicionalmente poseen esquemas culturales que reflejan una serie de valores y normas que resaltan la enseñanza, la investigación básica y la transmisión del conocimiento a través de publicaciones especializadas como los fines máximos de estas instituciones educativas. Las universidades que han incorporado como

misión adicional el desarrollo económico a través de la comercialización de sus inventos, han añadido a su sistema de valores esquemas que recompensan la aplicación de la ciencia aplicada, la vinculación con la industria y la obtención de recursos externos para I+D (Siegel, et al., 2003, Perkmann et al., 2013; Guerrero et al., 2015).

Los procesos evolutivos de aprendizaje tecnológico, capacidades de absorción en el capital humano y adaptaciones continuas en las rutinas organizacionales impulsan esquemas innovadores de TT como es la fundación de *spin offs* (Nelson y Winter, 1982; Lockett y Wright, 2005; Nielsen, 2015). Los procesos de acumulación de conocimiento poseen un carácter dinámico, requieren de espacios en el tiempo para evolucionar; trascienden los períodos de ciclos anuales y muestran su impacto en el medio y largo plazo (Mustar y Wright., 2010; Rasmussen et al., 2010). Las trayectorias históricas se han relacionado con la evolución de las tecnologías, las estrategias de las empresas y las estructuras industriales. Así, los procesos de cambio en el largo plazo de hábitos, normas, costumbres y conocimiento tecnológico dependen de la historia y la evolución (David, 2007). Este conjunto heterogéneo de habilidades adquiridas en el pasado permite un desempeño diferencial en subsecuentes períodos de tiempo a considerar. Así, Blundell et al. (1995) y O'Shea et al. (2005) diseñan metodologías para evaluar la heterogeneidad no observada que se relaciona con la cultura tradicional e histórica de fomentar la creación de *spin offs* en cada institución académica. De este modo se formula la siguiente hipótesis:

**H<sub>4</sub>:** Las IES que poseen una trayectoria histórica en el aprendizaje de habilidades para la formación de empresas – *path dependency* – muestran mayor número de creación de empresas *spin offs*.

La construcción de reglas y regulaciones son parte de las características propias de las organizaciones. De este modo, se establecen los incentivos, limitaciones y directrices que permiten el desempeño diferencial entre las organizaciones económicas (Powell y Di Maggio, 1999; Wright et al., 2004a; Binkauskas, 2012). En consecuencia, factores en las instituciones que inhiben la TT se vinculan a los mayores incentivos que reciben los investigadores a publicar, por encima de los incentivos a inventar, vinculado así con un desinterés por atender la problemática industrial en comparación a la investigación académica (Ndonzauau et al., 2002). El estudio de DiGregorio y Shane (2003) indica que mayores regalías a los investigadores en la creación de licencias de las invenciones aumentan el coste de oportunidad e inhiben el interés de los académicos para fundar *spin offs* propias. En respuesta a lo anterior, Debackere y Vaugelers (2005) sostienen que las

universidades deben (1) diseñar estructuras con incentivos adecuados para recompensar los esfuerzos empresariales académicos; (2) descentralizar las estructuras tradicionales para brindar una mayor autonomía a grupos de investigación que se vinculen con el entorno industrial; y (3) contar con expertos en transferencia de tecnología (OTTs) para administrar los asuntos de los contratos que permitan disminuir los costes de información y transacción relacionados con los procesos de transferencia de tecnología (North, 2006). La quinta hipótesis sostiene que:

**H5:** Las IES con una regulación y normativa institucional muestran mayor número de creación de empresas *spin offs*.

### **3.2.3. Factores externos en la promoción de las *spin offs***

Una tercera tendencia de literatura en el estudio sobre las *spin off* explora los factores del entorno o ambientales que influyen en las innovaciones académicas (Mowery et al., 2001). Florida y Kenney (1988) y Sorenson y Stuart (2001) destacan el papel central que desempeña la disponibilidad en el contexto ambiental universitario de financiación federal para proyectos de I+D, capital de riesgo, ángel y semilla – *seed capital* – para alentar la formación de empresas de alta tecnología. En diversos trabajos Clarysse et al. (2004, 2005, 2007) resaltan la importancia del capital inicial en diversas instituciones europeas en sus esfuerzos por generar *spin offs*. Estos trabajos indican que el acceso a financiación es especialmente relevante en las etapas tempranas y de configuración inicial de recursos de las empresas universitarias.

Aun cuando algunos estudios presentan resultados ambiguos en torno a la significatividad de la abundancia de capital de riesgo en los resultados de TT (Di Gregorio y Shane, 2003), la mayoría de los análisis señalan la importancia de los inversores de capital semilla no solamente como fuente de recursos financieros sino también como asesores en materia de administración y planificación estratégica de las empresas (Shane y Stuart., 2002; Wright et al., 2004b; Clarysse et al., 2005; O'Shea et al., 2005). En consecuencia se presenta la siguiente hipótesis:

**H6:** Las IES con disponibilidad de capital financiero y de riesgo muestran mayor número de creación de empresas *spin offs*.

Diversos estudios encuentran una relación positiva y estadísticamente significativa entre el gasto público anual en I+D en las universidades y la actividad en *spin offs* (O'Shea et al.,

2005; Algieri et al., 2013). Lo anterior se debe a que mayores niveles de inversión para I+D generan una mayor cartera disponible de tecnologías viables de explotación comercial (Lockett y Wright, 2005). De hecho, en un estudio empírico, Kolympiris et al. (2014) encontraron una relación estructural positiva entre el gasto público federal y la formación de empresas *spin off*; lo anterior, al realizar un estudio longitudinal entre los gastos provenientes de los institutos nacionales de salud y la creación de empresas biotecnológicas en EEUU.

En México, al igual que otros países en desarrollo, la mayor parte de la investigación en I+D se sustenta principalmente en los recursos que otorga el gobierno federal (CONACYT, 2010; Padilla-Perez y Gaudin, 2014). Principalmente es a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) como el gobierno asigna fondos a proyectos para impulsar la innovación tecnológica.

En base a lo anterior se plantea la séptima y última hipótesis:

**H<sub>7</sub>:** Las IES con mayores cantidades de gasto público federal asignado a la investigación muestran mayor número de creación de empresas *spin offs*.

### **3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.3.1. Análisis de la muestra de datos**

El país donde se recoge la muestra para este estudio es México. Los datos fueron obtenidos mediante una solicitud realizada a 17 centros públicos de investigación aplicada adscritos al CONACYT, y a las 10 principales IES en México en términos de docencia, investigación y prestigio internacional. De las 27 IES encuestadas, se tuvo respuesta completa de 25 entidades académicas (ver tabla 3.1). Los 17 CPIs respondieron a la encuesta y de entre las IES solamente en 2 universidades (Instituto Politécnico Nacional y Universidad de Guadalajara) no hubo respuesta.

La selección de los 17 CPIs del CONACYT del estudio se hizo con base en identificar solo aquellos que realizan actividades de ciencia aplicada, ciencias naturales y desarrollo tecnológico. Por ello, se omitieron aquellas CPIs cuya investigación se centra en el estudio de ciencias sociales y humanidades. En lo que respecta a las universidades, se siguió un criterio similar, solicitando información en las diez universidades con mayor reputación y prestigio que realizan actividades de I+D en tecnología.

Se consultaron los índices elaborados por la revista America Economía<sup>12</sup>, webometrics<sup>13</sup> y el International Colleges & Universities<sup>14</sup>. La muestra comprende 50 observaciones (25 IES x 2 períodos anuales 2012 y 2103) para construir una base de datos balanceada de tipo micro panel.

**Tabla 3.1 Número de spinoffs creadas en México por IES y CPIs**

| Institución                                                                                    | Número de spin offs |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------|------|
|                                                                                                | 2011                | 2012 | 2013 |
| Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIADAC)                            | 0                   | 0    | 0    |
| Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ)     | 0                   | 0    | 0    |
| Centro de Tecnología Avanzada A.C. (CIATEQ)                                                    | 0                   | 0    | 0    |
| Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste S.C. (CIBNOR)                                 | 1                   | 2    | 1    |
| Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)                | 0                   | 0    | 0    |
| Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY)                                     | 0                   | 0    | 0    |
| Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)                                          | 0                   | 0    | 0    |
| Centro de Investigación y Desarrollo en Electroquímica, S.C. (CIDETEQ)                         | 0                   | 0    | 0    |
| Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C (CIMAV)                                   | 0                   | 0    | 0    |
| Centro de Investigación en Matemáticas A.C. (CIMAT)                                            | 0                   | 0    | 0    |
| Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV)                                    | 0                   | 0    | 0    |
| Centro de Investigaciones en Óptica A.C. (CIOPTAQ)                                             | 0                   | 0    | 0    |
| Centro De Investigación En Química Aplicada (CIQA)                                             | 0                   | 0    | 0    |
| Colegio de Posgraduados (COLPOS)                                                               | 0                   | 0    | 0    |
| Corporación Mexicana de Investigación en Materiales (COMIMSA)                                  | 0                   | 0    | 0    |
| Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)                                | 0                   | 0    | 1    |
| Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)                                      | 0                   | 0    | 0    |
| Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación (INFOTEC) | 0                   | 0    | 0    |
| Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT)                          | 0                   | 0    | 0    |
| Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)                                                 | 0                   | 0    | 0    |
| Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)                            | 4                   | 9    | 1    |
| Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)                                                      | 0                   | 0    | 0    |
| Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)                                               | 0                   | 0    | 0    |
| Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)                                                       | 0                   | 0    | 0    |
| Universidad Veracruzana (UVER)                                                                 | 0                   | 0    | 0    |

Fuente: Elaboración propia

Se recopilaron datos de trece variables solicitadas a través de una fuente secundaria, es decir el portal del Instituto Nacional de Acceso a la Información Pública (IFAI) entre los meses de mayo y diciembre del 2014. Esta institución del gobierno federal obliga a las IES que reciben financiación pública a proporcionar información de sus actividades. De este modo se obtuvo información sobre el número de patentes solicitadas en el período en cuestión, la calidad de los cuerpos académicos, la existencia y antigüedad de la oficina de transferencia de tecnología, la existencia de regulación sobre *spin offs*, la disponibilidad de financiamiento y el gasto público dedicado a actividades de I+D.

<sup>12</sup> Ver <http://rankings.americaeconomia.com/mejores-universidades-mexico-2013/> [Consultado 23/4/2014]

<sup>13</sup> Ver [www.webometrics.info/es/Latin\\_America\\_es/](http://www.webometrics.info/es/Latin_America_es/) [Consultado 4/5/2014]

<sup>14</sup> Ver <http://www.4icu.org/mx/> [Consultado 30/4/2014]

A pesar de que el número total de *spin offs* generadas en México es desconocido, la muestra pareció abarcar la mayoría de dichas empresas académicas de base universitaria consideradas como *spin offs*, formalmente registradas en cada institución encuestada durante 2012 y 2013 (ADIAT, 2008, 2010). De esta forma, el sesgo de muestra no debería limitar los resultados de nuestro análisis. La siguiente sección describe las variables dependientes e independientes de nuestro modelo empírico.

### 3.3.2. Medición de las variables

Para medir la variable dependiente se utilizó el número de *spin offs* fundadas y en activo durante los años 2012 y 2013. El dato adicional de la variable “número de *spin offs* fundadas y en activo” para el año 2011 fue requerido para determinar el número de *spin offs* fundadas con un período de retraso y establecer el grado de experiencia previo en la fundación de este tipo de empresas. El análisis exploratorio de esta variable muestra una distribución altamente asimétrica (6.13 coeficiente de Pearson) y leptocúrtica (37.9 Pearson) concentrando una gran cantidad de IES sin reportar ninguna *spin off*. En consecuencia, este dato arroja una mediana y moda igual a cero y un valor promedio equivalente a 0.28.

Respecto a las variables independientes, en primer lugar, el número de aplicaciones por patentes representa un proxy de las capacidades innovadoras de cada IES, al asociarse con el número de inventos notificados y evaluados exitosamente por las autoridades pertinentes, por lo regular empleados especializados en las OTTs. Es notable resaltar que el promedio de patentes solicitadas por las IES en el país durante el período 2012-2103 es de 16, con solamente una institución académica sin aplicaciones presentadas y 3 instituciones (UNAM, ITESM y CINVESTAV) con más de 60. Se ha preferido utilizar el número de patentes solicitadas sobre las otorgadas debido a los períodos de tiempo que suelen transcurrir desde el registro inicial hasta la concesión definitiva de este título legal.

En segundo lugar, ante la imposibilidad de obtener un índice de calidad académica de todas las IES mexicanas se requirió el diseño de una variable categórica, clasificando a las entidades académica en 3 niveles de excelencia (1=bajo, 2=medio, 3=alto). Con base en el ranking anual presentado por la revista América Economía de la calidad de las universidades en México<sup>15</sup>, se calificó a los CPIs adscritos al CONACYT en base al grado

---

<sup>15</sup> <http://rankings.americaeconomia.com/universidades-mexico-2014/> [Consultado 20/Jun/2014]

de desarrollo institucional de sus programas de posgrado (En desarrollo = 1, Consolidados = 2, Con reconocimiento internacional = 3). De esta manera, 16 IES alcanzaron nivel 2 y 8 lograron ubicarse en el nivel 3.

En tercer lugar, la existencia de oficinas de transferencia parece ser un recurso organizativo clave en los esfuerzos por aumentar la transferencia tecnológica vía *spin offs*. De este modo, se diseñó una variable dicotómica que se expresa igual a uno si existe una OTT certificada por CONACYT en la IES encuestada o asume el valor de cero en caso contrario.

En cuarto lugar, a partir de la variable retardada en el tiempo del número de *spin offs* creadas, se configura una variable de aprendizaje “dinámica”. Se asume el supuesto que los mecanismos emprendidos en el pasado para la creación de empresas *spin off* conllevan una experiencia de aprendizaje de este complejo proceso, aunque la calidad de este conocimiento posee un factor de depreciación con el tiempo. Siguiendo a O’Shea et al. (2005) este parámetro se fija en 0.7 equivalente a una tasa de depreciación del 30% anual para los datos del 2011 y 2012.

Lo anterior se puede expresar como:  $SPOt = \sum_{i=0}^{t-1} 0.7^i Si + \varepsilon_t$  (1)

Asimismo, se propone una variable para parametrizar el nivel de acumulación conjunta de aprendizaje en procesos de diseño y creación de *spin offs*. Esta variable se construye a partir de la suma de empresas *spin offs* fundadas entre 2011 y 2012 y busca validar la existencia de continuidad en el desarrollo e impulso en programas de fomento a este tipo de empresas de base tecnológica.

En quinto lugar, se diseña una variable cualitativa para identificar la existencia de un reglamento institucional y normativo en torno a las directrices y lineamientos que se deben observar en la constitución de las *spin offs*. En sexto lugar, otra variable categórica señala la disponibilidad en las IES de capital semilla y de riesgo para emprender proyectos asociados al lanzamiento en el mercado de tecnologías promocionadas y desarrolladas por las *spin offs*.

Por último, una variable de tipo cuantitativo sirvió para medir el gasto público real en I+D en las IES del país. Al solicitar este indicador a cada CPI y/o universidad no fue posible distinguir entre el gasto de inversión en actividades de investigación y el gasto corriente para la operación de cada centro. Así, con el propósito de homogeneizar los datos se utilizan las cantidades aportados por el CONACYT a cada IES dentro del programa de

estímulos a la innovación (PEI) calculados en millones de pesos corrientes<sup>16</sup>. A pesar de que dichas cantidades son inferiores a las cantidades reales en I+D provenientes de fuentes públicas, es de esperarse una alta correlación entre estos dos indicadores.

Por otra parte, la literatura cita un conjunto de variables de control que influyen de forma indirecta en el desempeño de las *spin offs*. Estas variables incluyen:

El tipo de propiedad sobre la IES (pública = 1, privada = 0), el cual es categorizado a través de un indicador dicotómico. La literatura señala que las universidades privadas suelen impulsar con mayor dinamismo una cultura emprendedora pro-empresarial y la investigación aplicada a través de un vasto conjunto de actividades institucionales. En cambio, las universidades públicas suelen enfocarse en las tareas tradicionales de enseñanza e investigación básica (O'Shea et al., 2005).

La existencia de instalaciones como escuelas de medicina, hospitales y laboratorios clínicos se midió a través de una variable de tipo *dummy* organizacional. De acuerdo a diversos estudios empíricos, la mayor proporción de invenciones patentadas a partir de los años ochenta se relacionan con las áreas de salud, biotecnología y ciencias de la vida (Agarwal y Shah, 2014).

La creación de parques científicos, los cuales, diversos estudios empíricos relacionan con la difusión y propagación de conocimiento altamente especializado y tácito – *knowledge spillovers*–, contribuyen a mayores niveles de desarrollo económico a nivel local. Una variable *dummy* asume el valor igual a 1, si este tipo de infraestructura que permite albergar la existencia de *spin offs*, está vinculada a la IES encuestada (Link y Scott, 2005).

En regiones con tasas intensivas en inventiva e innovación industrial es observable una mayor cantidad relativa de formación de *spin offs* (Feldman y Desroches, 2003; Markman et al., 2005b). Así, se construye un proxy de la capacidad inventiva por entidad federativa en el país, ligada al lugar donde geográficamente se ubica cada IES, y representa un factor ambiental que condiciona los niveles de intensidad regional de I+D (Saxenian, 1996). Este indicador se diseña como proporción del número de patentes otorgadas a nivel estatal sobre el total nacional para los años 2012 y 2013.

---

<sup>16</sup> Estos valores no fueron deflactados debido a los bajos índices inflacionarios en el período considerado en México. La inflación anual al cierre de 2013 fue de 3.97% y de 3.57% durante 2012. [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx) [Consultado 20/Dic/2014]

### 3.3.3. Diseño del modelo econométrico

La construcción de un modelo con datos de panel en cuatro diferentes variantes fue diseñado con el propósito de validar las hipótesis planteadas anteriormente. Se parte de una ecuación de producción de *spin offs* del tipo (Hausman et al., 1984; Blundell et al., 1995):

$$Y_{it} = f(X_{it}, u_{it}) \text{ para } i = 1, \dots, N \text{ y } t = 1, \dots, T \quad (2)$$

Donde  $Y_{it}$  es la variable discreta positiva de recuento de datos del número de *spin offs* fundadas, y  $X_{it}$  es un vector de las características de la IES  $i$  y condiciones ambientales que influyen en el proceso en los periodos de tiempo  $t$ . El término  $u_{it}$  representa la heterogeneidad no observable entre las IES.

La re-especificación del modelo (2) se describe de la siguiente manera para incorporar los procesos institucionales dinámicos en la creación de *spin offs*:

$$Y_{it} = f(\beta_0 + \beta_1 INST_{it-t} + \beta_2 ORG_{it} + \beta_3 AMB_{it} + a_i + n_1 + v_t) \quad (3)$$

Donde  $Y_{it}$  es el número de empresas *spin offs* inauguradas legalmente en la IES  $i$  en el año  $t$ . Esta variable es una función de un conjunto de factores evolutivos de las características de las instituciones (INST), organizativas (ORG) y ambientales (AMB). Asimismo,  $a_i$  representan un conjunto de variables de control, mientras  $n_1 + v_t$  miden la heterogeneidad no observada en cada unidad académica a lo largo del tiempo. Cabe resaltar el conjunto de variables  $INST_{it-t}$ , las cuales representan el efecto de retroalimentación dinámica, la cultura entre las instituciones académicas de promoción del espíritu empresarial, y la curva de aprendizaje acumulado que cada IES ha desarrollado para la creación de *spin offs* hasta los periodos previos de análisis.

La literatura sugiere el uso de la distribución de Poisson o binomial negativa en los modelos de recuento de datos (Greene, 2011). En nuestro caso, el segundo método es preferible debido a que éste modelo permite una sobre dispersión de datos en la variable dependiente y entre las IES. De este modo se asume una distribución binomial negativa del tipo:

$$E(Y_{it}) = e^{X'_{it}\beta} \quad (4)$$

Las primeras dos variantes del modelo 1 se diseñan sin incorporar efectos dinámicos (ver tabla 3.4). Este modelo de estimación de promedios poblacionales con datos agrupados – *pooled population average model* – se eligió sobre el modelo de efectos

aleatorios. Lo anterior, debido a que al efectuar el test de Breusch y Pagan del multiplicador de Lagrange (LM), se aceptó la hipótesis nula  $H_0$  que la  $\text{Var}(u) = 0$ , y por ende la ausencia de efectos aleatorios<sup>17</sup>. A la vez, el modelo de efectos fijos también fue descartado por la cantidad de variables explicativas del modelo que no varían en el tiempo y que pueden resultar en resultados sesgados. La primera variante del modelo 1 es estimado mediante el método de ecuación de estimadores generalizados (GEE). Este método nos permite obtener estimaciones de los parámetros consistentes aún si la estructura de covarianzas no está correctamente especificada (Wooldridge, 2002). La segunda variante del modelo 1, estima el primer modelo con corrección autorregresiva de grado 1. Ambas ecuaciones utilizan la corrección de errores estándar Huber-White – *sandwich variance* – para obtener estimadores robustos (Ziegler, 2011).

La tercera variante (ver Modelo 2 en tabla 3.4) incorpora una medida de experiencia y aprendizaje continuo en el pasado para evaluar la importancia en la creación de *spin offs*. El supuesto básico señala que los académicos con espíritu empresarial y líderes de las IES aprenden de experiencias pasadas, sin embargo, la calidad de este conocimiento se deprecia con el tiempo. En específico, de acuerdo a Foltz (2003), la tasa de depreciación se establece como  $\lambda = 30\%$ <sup>18</sup>. De este modo se establece la siguiente ecuación:

$$\text{NSPOSDEP}_{it} = \text{SPOs } t - 1 * (1 - \lambda) \quad (5)$$

Finalmente, la cuarta variante (Modelo 3 en la tabla 3.4) incorpora la variable de conteo  $\text{SPOSACEFF}_i$  para capturar el número de *spin offs* totales creadas en períodos previos. Esta variable busca medir ventajas competitivas sostenibles y persistencia de barreras de entrada a lo largo del tiempo. Este tercer modelo abarca un número de observaciones de 25 datos correspondientes al año 2013, lo anterior con la finalidad de agregar la suma total de *spin offs* fundadas en los dos período previos (2011 y 2012). Este modelo binomial negativo estándar (BN) se compara con el modelo binomial de inflación de ceros (ZINB) – *zero inflation model* – el cual señala que el proceso de generación de exceso de ceros en la variable dependiente puede ser explicada parcialmente por un modelo de decisión binario logístico. Sin embargo, al aplicar la prueba de Vuong, se determina que el modelo estándar BN es mejor que el modelo ZINB. Lo anterior resulta relevante debido a la muestra caracterizada por un número excesivo de datos con valores cero. Sin embargo al diseñar el

<sup>17</sup> También el test de máxima verosimilitud entre el modelo de efectos aleatorios y el de datos agrupados confirmó la significación de este último sobre el primero.

<sup>18</sup> Variación en los porcentajes aplicados entre el 10% al 30% no varían significativamente en los resultados.

modelo logístico ZINB en base a dos variables: tipo de propiedad de la IES – pública o privada – y existencia o ausencia de OTT, no fue posible establecer un modelo con mayor poder explicativo que el binomial negativo estándar (GEE).

### 3.4. RESULTADOS

La tabla 3.2 nos muestra que la variable dummy que se asocia con el tipo de propiedad pública o privada de la IES está altamente asociada con la mayoría de las variables explicativas implicando un problema de multicolinealidad potencial. El factor de inflación de varianza (VIF) de esta variable es equivalente a 30.90 con un margen de tolerancia de solamente el 3%. Esta variable está fuertemente correlacionada con la variable correspondiente al número de *spin offs* instituidas legalmente con un retraso en el tiempo igual a uno.

**Tabla 3.2. Matriz de correlaciones y factores de inflación de varianza**

| Variables                     | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11          | 12          | 13          |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Número de spin offs           | <b>1.00</b> |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Número de spin offs t-1       | 0.48        | <b>1.00</b> |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Num. aplicación patentes      | 0.32        | 0.36        | <b>1.00</b> |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Gasto Público I+D             | -0.01       | 0.07        | -0.12       | <b>1.00</b> |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Índice intensidad I+D         | 0.05        | 0.04        | 0.52        | -0.31       | <b>1.00</b> |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Tamaño OTT                    | 0.06        | 0.17        | 0.38        | -0.22       | 0.12        | <b>1.00</b> |             |             |             |             |             |             |             |
| Tipo de Propiedad IES         | -0.74       | -0.91       | -0.43       | 0.01        | -0.09       | -0.16       | <b>1.00</b> |             |             |             |             |             |             |
| Escuela de Medicina           | 0.21        | 0.28        | 0.76        | -0.30       | 0.59        | 0.47        | -0.33       | <b>1.00</b> |             |             |             |             |             |
| Parque Científico             | 0.38        | 0.38        | 0.21        | 0.21        | -0.13       | 0.03        | -0.36       | 0.07        | <b>1.00</b> |             |             |             |             |
| Calidad de capital humano IES | 0.21        | 0.24        | 0.28        | 0.03        | 0.03        | -0.05       | -0.28       | 0.17        | 0.23        | <b>1.00</b> |             |             |             |
| Financiación                  | 0.33        | 0.42        | 0.05        | 0.01        | -0.15       | 0.03        | -0.47       | -0.03       | 0.27        | 0.18        | <b>1.00</b> |             |             |
| Existencia de OTT             | 0.15        | 0.21        | 0.21        | -0.20       | 0.06        | 0.52        | -0.20       | 0.06        | 0.16        | -0.10       | 0.20        | <b>1.00</b> |             |
| Regulación                    | 0.22        | 0.29        | -0.05       | 0.01        | -0.07       | 0.31        | -0.27       | -0.10       | 0.26        | 0.00        | 0.35        | 0.30        | <b>1.00</b> |
| R <sup>2</sup>                | 0.84        | 0.94        | 0.70        | 0.28        | 0.52        | 0.61        | 0.97        | 0.76        | 0.41        | 0.19        | 0.37        | 0.47        | 0.39        |
| Tolerancia                    | 0.16        | 0.06        | 0.30        | 0.72        | 0.48        | 0.39        | 0.03        | 0.24        | 0.59        | 0.81        | 0.63        | 0.53        | 0.61        |
| VIF                           | 6.40        | 17.47       | 3.39        | 1.38        | 2.07        | 2.57        | 30.90       | 4.19        | 1.71        | 1.23        | 1.59        | 1.90        | 1.65        |

Fuente: Elaboración propia

La tercera variable con mayor coeficiente de VIF es la variable *dummy* de la existencia de escuela de medicina con un valor igual a 4.19, la cual arroja un valor de R<sup>2</sup> igual a 0.76. Esta variable se observa fuertemente asociada a la variable que registra el número de solicitudes de patentes registradas por cada unidad encuestada. A su vez, esta última variable parece estar correlacionada con el indicador del grado de inventiva regional donde se ubica geográficamente cada IES. El resto de las variables muestran en promedio una tolerancia mayor al 50%.

Por otra parte, la tabla 3.3 muestra un resumen descriptivo de los datos de este estudio, que como se señaló, se basan en la recopilación de 13 datos provenientes de 25 entre 27 IES encuestadas, lo que resultó en una tasa de respuesta completa del 93%.

La estimación descriptiva e inferencial de los datos estadísticos es realizada con los paquetes de *software* XLSTAT 2015 y STATA 12 respectivamente. La prueba estructural de Wald muestra una significación del conjunto de parámetros diferente de cero en el total de los modelos estimados. De allí, que los modelos como el conjunto total de variables sean significativos (ver tabla 3.4).

**Tabla 3.3. Descripción de datos muestrales**

| Variable                                      | Observ | Mínimo | Máximo | Media | Desv. Típica |
|-----------------------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------------|
| Número de Spin offs                           | 50     | 0      | 9      | 0.28  | 1.31         |
| Número de aplicaciones para patentes          | 50     | 0      | 65     | 15.64 | 20.25        |
| Índice de calidad de capital humano de la IES | 50     | 1      | 3      | 2.28  | 0.54         |
| Existencia de OTT certificada                 | 50     | 0      | 1      | 0.52  | 0.50         |
| Número de empleados especializados en OTT     | 50     | 0      | 50     | 5.40  | 9.78         |
| Número de Spin offs período t-1               | 50     | 0      | 9      | 0.30  | 1.40         |
| Existencia de regulación de SPOs              | 50     | 0      | 1      | 0.36  | 0.48         |
| Existencia de financiación para SPOs          | 50     | 0      | 1      | 0.16  | 0.37         |
| Gasto Público I+D en millones de pesos        | 50     | 2.14   | 404.44 | 153.9 | 130.1        |
| Tipo de Propiedad de la IES                   | 50     | 0      | 1      | 0.96  | 0.20         |
| Existencia de escuela de medicina             | 50     | 0      | 1      | 0.28  | 0.45         |
| Existencia de parque industrial               | 50     | 0      | 1      | 0.24  | 0.43         |
| Índice de intensidad I+D x entidad federal    | 50     | 0.01   | 33.05  | 8.66  | 10.40        |

Fuente: IFAI y CONACYT

La primera variable analizada es el número de aplicación de patentes – *numappat* –. En el primer modelo (variante 1), el parámetro arroja un valor de 0.18 a un nivel de significación mayor al 99%. Este resultado se interpretaría como una semi-elasticidad; es decir, por cada aplicación de patente habría una probabilidad positiva de alrededor del 20% de formar una *spin off*. Sin embargo, la significación y valor del parámetro no se corroboran en los modelos 1 (variante 2) y modelos 2 y 3. Por ello, este resultado debe ser tomada con cautela y sujeta a futuras estimaciones con un mayor número de observaciones buscando una mejor bondad de ajuste.

La siguiente variable de tipo organizativo que mide la calidad de los cuerpos académicos en las IES – *qualuniver* – nuevamente nos indica la quasi nula relación entre la

calidad de docencia, investigación y posgrados, con la fundación de empresas spin offs. De hecho, el único parámetro significativo en el modelo 2 arroja un coeficiente negativo.

**Tabla 3.4. Resultados de modelos para determinar número de spin offs creadas**

| Variable                                                  | Modelo 1. Base Datos<br>Agrupados (GEE population-<br>averaged model) | Modelo 1. Estimadores<br>Robustos (AR1). GEE Datos<br>Agrupados | Modelo 2. Aprendizaje continuo<br>(Binomial Negativo AR(1)<br>Robusto) | Modelo 3. Aprendizaje<br>Acumulado (Binomial<br>Negativo) |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Número de aplicación x patentes                           | 0.1804 (.0190) ***                                                    | 0.0198 (.0233)                                                  | -0.0613 (.0227)***                                                     | -0.0799 (.0527)                                           |
| Índice de calidad de cuerpos académicos de las IES        | -0.0977 (.6884)                                                       | .7949 (1.504)                                                   | -4.291 (1.1405)***                                                     | .0066 ( .4569)                                            |
| Existencia de OTT certificada por CONACYT                 | -6.235 (.7013)***                                                     | -0.0570 (1.4992)                                                | -3.3414 (1.3269)**                                                     | 17.117 (.9742)***                                         |
| Número de empleados especializados en OTT                 | nd                                                                    | nd                                                              | nd                                                                     | -.0779 (.0511)                                            |
| Número de spin offs en año t-1 con tasa de depreciación : |                                                                       |                                                                 | 2.6435 (.3488) ***                                                     |                                                           |
| Número de spin offs totales en años previos 2011 y 2012   |                                                                       |                                                                 |                                                                        | 0.5648 (.0891)***                                         |
| Existencia de regulación sobre SPOs                       | 12.432 (.8302)***                                                     | 0.2140 (1.334)                                                  | -0.3295 (.9122)                                                        | 4.542 (.725)***                                           |
| Existencia de financiación para SPOs                      | -8.531 (1.201)***                                                     | 0.6412 (1.389)                                                  | 0.7695 (1.3061)                                                        | -6.331 (.8793)***                                         |
| Gasto publico I+D en millones de pesos                    | 0.0279 (.0024) ***                                                    | 0.0042 (.0163)                                                  | nd                                                                     | -0.0083 (.0037)**                                         |
| logaritmo natural del gasto público en I+D                | nd                                                                    | nd                                                              | -4.128 (1.0074)***                                                     | nd                                                        |
| Existencia de parque científico                           | -1.358*(0.7328)*                                                      | 18.873 (.9521)***                                               | 38.713 (5.444)***                                                      | 5.038 ( .5844)***                                         |
| Índice de intensidad I+D x entidad federal                |                                                                       | -0.2655 (.7687)                                                 |                                                                        | 0.044 (0.351)                                             |
| Existencia de escuela de medicina                         |                                                                       |                                                                 |                                                                        | -15.935 (1.476)***                                        |
| Tipo de propiedad de la IES                               |                                                                       | -4.137 (.6346)***                                               | -12.875 (3.435)***                                                     | 4.129 (6.503)                                             |
| constante                                                 | -8.659 (1.624)***                                                     | -21.834 (5.361)***                                              | 50.1118 (16.7950)***                                                   | 10.1715 (1.8023)***                                       |
| Número de Observaciones                                   | 50 (25 x 2)                                                           | 50 (25 x 2)                                                     | 50 (25 x 2)                                                            | 25                                                        |
| Log pseudolikelihood                                      |                                                                       | -15.37                                                          |                                                                        | -3.026                                                    |
| Pseudo R2                                                 |                                                                       | 0.3765                                                          |                                                                        |                                                           |
| Wald Chi2 (Prob > Chi2)                                   | 303.68 (0.000)                                                        | 2088.35 (0.000)                                                 | 3643.7 (0.000)                                                         | 300.44 (0.000)                                            |

\* p < .10  
\*\* p < .05  
\*\*\* p < .01

En el siguiente conjunto de variables cualitativas tipo dummy – *findummy*, *ottdum*, *regspos*, *parksc*, *med*, *iesownwer* – el resultado se puede interpretar de la siguiente forma: la media condicional es  $e^{\beta_k}$  veces mayor si  $X_k$  toma valor 1 en vez de 0 (Cameron y Travedi, 1998). Los resultados muestran que la existencia de disponibilidad de acceso a financiación no determina, en contraste con la mayoría de estudios internacionales, la existencia de *spin offs* (Shane y Stuart, 2002; Upstill y Symington, 2002; Coupe, 2003; Clarysse et al., 2005). Es decir, la mayoría de las IES han subutilizado este recurso externo para fomentar una mayor transferencia. Por otro parte, la variable *ottdum* refleja resultados ambiguos. El modelo 1 (versión 1) y modelo 2, si bien indican valores significativos al 99% y 95%, estos coeficientes son negativos. Cabe señalar, no obstante, el modelo 3 si nos presenta un valor positivo significativo para el año 2013 de la incidencia de las OTTs en la creación de empresas universitarias. Por su parte, la variable *regspos*, como indicador de la existencia de un reglamento institucional y contractual para regular y dar certidumbre jurídica a la existencia de spin offs, muestra un valor positivo y significativo al 99% en los modelos 1 y 3.

La variable – *gpdiezmill* – de tipo ambiental, se relaciona con el gasto público distribuido por el CONACYT en proyectos de I+D en las IES. Este indicador solo es

significativo en el modelo 1 (variante 1), implicando que aumentos en el gasto público por cada millón de pesos impactarían en un 3% sobre la creación de *spin offs*. No obstante, este resultado no se confirma en los siguientes modelos, inclusive en el modelo 2, donde se incorpora el logaritmo natural de esta variable para medir la elasticidad, el valor arrojado es significativo pero con valor negativo (-4.1%).

Dentro del conjunto de variables de control, se puede afirmar que la variable *parksc* que representa la existencia de parques científicos asociados a los campus de las IES si es un factor de impacto positivo para la generación de *spin offs*. Asimismo, es notable que el perfil privado de las instituciones de educación superior, caso en específico del ITESM, si impacta fuertemente en la búsqueda por inaugurar e impulsar este tipo de empresas. Por el contrario, la existencia de escuelas de medicina o la localización geográfica en entidades federativas de alta concentración en I+D no parecen tener mayor impacto.

Por último, el modelo 2 que incorpora la variable dinámica *nsposdep* nos arroja un valor positivo significativo mayor al 99% equivalente a 2.64, literalmente este indicador sería interpretado de la siguiente forma, de que aquellas IES con procesos de aprendizaje y experiencia previo en la generación de *spin offs*, poseen hasta 14 veces más probabilidad de fundar este tipo de empresas en comparación con aquellas IES que carecen de este conocimiento. Asimismo, el modelo 3 que acumula el total de *spin offs* generadas en algunas IES en 2 períodos previos a través de la variable *sposaceff*, nos presenta un valor de parámetro positivo significativo equivalente a 0.56, lo que implicaría la probabilidad del 75% aproximadamente de obtener ventajas competitivas para la generación de *spin offs* en períodos futuros con respecto a aquellas IES sin experiencia previa.

### 3.5. CONCLUSIONES

A nivel internacional, las universidades se han embarcado en procesos de transferencia de sus invenciones al mercado vía la fundación de *spin offs*, contribuyendo en el desarrollo económico local, desarrollando investigaciones de vanguardia, fomentando la innovación y creando empleos de alto valor agregado (Audretsch y Lehmann, 2014). Las causas por las que las universidades experimentan diferentes tasas en la creación de este tipo de empresas se ha constituido como un tópico de interés académico entre economistas e investigadores de la administración tecnológica (Grimaldi et al., 2011; Autio et al., 2014). El objetivo de este trabajo ha sido entender que factores explican la creación de *spin offs* en el ámbito de

economías en desarrollo. Así, en este estudio se ha diseñado un modelo teórico y empírico para entender las razones de las variaciones interinstitucionales en las IES mexicanas en la producción de estas empresas. Asimismo, al diseñar un modelo de micro panel se ha reducido la cuestión de endogeneidad presente en la mayoría de estudios transversales sobre transferencia tecnológica.

La contribución más relevante de este estudio confirma que la experiencia histórica y la acumulación de aprendizaje dinámico en los procesos de creación de *spin offs* son factores que positivamente impactan las variaciones en el desempeño entre universidades y CPIs en México (Rasmussen et al., 2010; Ortín-Angel et al., 2014). Al igual que los resultados obtenidos por O'Shea et al. (2005), es posible subrayar la importancia para los diseñadores de políticas públicas y directivos de las IES, de impulsar programas institucionales de fomento de la TT y de la cultura pro emprendedora empresarial de largo plazo entre los miembros de las facultades académicas (Bozeman et al., 2013, 2015; Shane et al., 2015). En este sentido, es notable el caso del ITESM, universidad privada, que en un estudio de la OCDE (2012) señala que aun cuando su desempeño en la generación de *spin offs* parece ser limitada en comparación con otras IES de la OCDE, no obstante, es muy significativa respecto a otras instituciones académicas y de investigación en México. De hecho, en base a una entrevista realizada con la responsable de la OTT en el ITESM en el primer semestre del año 2015, se nos informó que en el año 2014 se fundó una *spin off* y al primer trimestre del 2015 se constituyeron dos empresas más, ratificando la perseverancia y continuidad de las habilidades y rutinas adquiridas en la creación empresarial. Asimismo, es probable que la alta concentración industrial en Monterrey, lugar donde se asienta el campus principal del ITESM, haya alcanzado un umbral para el desarrollo de un ecosistema local que fomente la aparición de un *cluster* tecnológico (Iacobucci et al., 2015). Tal como se ha señalado anteriormente, los resultados señalan que existe una alta probabilidad de crear nuevas *spin offs* en instituciones como el ITESM que han fundado empresas en dos períodos anteriores de forma consecutiva. Esta experiencia evolutiva puede ser equivalente a la formación de barreras de entrada difíciles de remontar por otras IES carentes de dicha experiencia y están en concordancia con otros estudios empíricos (Foltz et al., 2003; Algieri et al., 2013).

Por otra parte, si bien existen programas federales de incentivos económicos a los académicos en universidades públicas por su desempeño en áreas de docencia, investigación y divulgación, estos estímulos no contemplan actividades de emprendimiento

empresarial<sup>19</sup>. De allí la importancia de alentar programas de educación empresarial y de fomento a la protección intelectual que divulguen entre estudiantes, miembros de facultades y directores de programas académicos la nueva misión que las universidades llevan a cabo en el ámbito económico (Franklin et al., 2001; Friedman y Silberman, 2003; Luthje y Franke, 2003; Guerrero et al., 2015).

Una segunda contribución indica que ciertos factores organizativos citados en la literatura, como relevantes en el desempeño de transferencia tecnológica parecen no poseer mayor incidencia en la fundación de *spin offs* en México durante el período estudiado (Di Gregorio y Shane, 2003; Powers y McDougall, 2005). Por ejemplo, la calidad de las universidades no parece poseer incidencia alguna sobre la creación de *spin offs*. Nuevamente, esto parece deberse al poco énfasis en incentivar aspectos relacionados con la vinculación industrial y el emprendimiento empresarial académico. A pesar de la reconocida calidad a nivel internacional de miembros de instituciones públicas como la UNAM, CINVESTAV, UAM, entre otras, hay evidencia empírica de que la fundación de empresas basadas en investigación universitaria no es regularmente reportada y registrada de manera formal en las IES (Klofsten y Jones, 2000; Aldridge y Audretsch, 2011). De hecho, un estudio elaborado por Fini et al. (2011), concluye que una considerable proporción de negocios iniciados por académicos se basan en invenciones no notificadas ni patentadas a través de las organizaciones universitarias designadas como las OTTs. Asimismo, se ha señalado que abundan las *spin offs* no reguladas pero que éstas se especializan en productos y procesos genéricos más que en investigaciones altamente especializadas (Bathelt y Kogler, 2010). Lo anterior es relevante en países como México, donde la difusión para el conocimiento de las actividades que realizan las OTTs aún es deficiente y muy limitado, lo cual implica desafíos para la legitimización de estas organizaciones (Bodas-Freitas y Argou-Marques et al. 2013; O’Kane et al., 2015).

La tercera contribución reafirma la noción que los procesos de formación de *spin offs* son complejos y dinámicos (Mowery y Sampat, 2005; Parente y Feola, 2013). La existencia de esquemas de apoyo financiero para el impulso de *spin offs* parece ser una condición necesaria pero no suficiente para fomentar activamente la creación de este tipo de empresas en México. Este factor que ha sido identificado como clave en países más avanzados, parece estar ligado a un mercado financiero de capital de riesgo – *venture*

---

<sup>19</sup> La Secretaría de Educación Pública implementa anualmente un programa de estímulos que compensa con beneficios económicos adicionales al salario base en el desempeño del personal académico de las IES. Las bases y método de evaluación se puede consultar en [www.gaceta.udg.mx/suplementosn.php](http://www.gaceta.udg.mx/suplementosn.php)

*capital* – incipiente y no consolidado en México. En el país no existen casos de participación accionarial conjunta entre las universidades y las empresas que podrían generar ganancias en menores plazos comparados al licenciamiento tradicional (Bray y Lee, 2002). Cabe señalar que futuros análisis cualitativos deben profundizar en los requerimientos legales, financieros y económicos a los que se enfrentan las empresas que buscan este tipo de apoyos.

Una cuarta contribución señala que la transferencia de tecnología implica un fuerte compromiso institucional plasmado en el diseño organizativo de entidades de apoyo como son las oficinas de transferencia de tecnología (OTTs). Estas agencias de intermediación entre académicos y la industria elaboran y supervisan la regulación y normativa sobre el comportamiento de las *spin offs* (Fontes, 2005). Sin embargo, este estudio solo valida parcialmente las hipótesis 4 y 6; incluso, en contraste con otros estudios empíricos (O’Shea et al. 2005), no parece existir una relación significativa entre el número de personas especializadas trabajando en las OTTs y un mayor número de *spin offs*. En resumen, es necesario llevar a cabo un análisis en el futuro que profundicen en la relación de OTTs certificadas con el surgimiento de *spin offs* universitarias en el país.

La quinta contribución nos indica, en contraste a lo señalado por otros trabajos empíricos (O’Shane et al. 2005), que el gasto público en I+D no incide en la formación de nuevas empresas tipo *spin off*. No obstante, este resultado parece estar en sintonía con el trabajo de Lockett y Wright (2005), quienes encontraron resultados ambiguos en la relación entre las cantidades de investigación de las universidades y la creación de *spin offs*. Este resultado nuevamente parece corroborar el hecho de que los factores ambientales deben complementarse con el compromiso institucional de llevar a cabo amplios esquemas de fomento pro-empresarial entre los académicos.

Finalmente como una sexta contribución, se señala en concordancia con otros trabajos empíricos, que organizaciones de apoyo como parques científicos si tienen un impacto positivo en la creación de empresas *spin offs* (Link y Scott, 2005). Estas organizaciones impulsan el desarrollo económico local a través de la formación de *clusters*, empleos de alta calidad y creación de redes de conocimiento (Westhead y Storey, 1995; Audretsch et al., 2005). Es de esperar una alta correlación y vinculación entre la existencia de parques científicos e incubadoras de empresas, sin embargo, es necesario analizar el papel de las incubadoras en la tasas de graduación de empresas que se convierten en *spin offs* (Rothaermel y Thursby, 2005; Mc Adam et al., 2008). Diversos estudios señalan que

menos del 9% de las empresas incubadas sobreviven en América Latina (Hoeser y Versino, 2006; Peña, 2011). Además el porcentaje de empresas de alta tecnología en México que son incubadas no alcanza el 5% del total<sup>20</sup>. De allí, la necesidad de estudios futuros para investigar si el pobre desempeño de las incubadoras universitarias en países en desarrollo también contribuye al escaso número de *spin offs* creadas (Rogova, 2014).

En este seminal estudio empírico sobre las determinantes de la creación de *spin offs* en México se concluye que el incipiente desarrollo de este tipo de empresas de base tecnológica universitarias se debe por una parte, a la falta de programas de fomento a la cultura pro-empresarial y, por otra parte, a un escaso desarrollo organizativo y ambiental en el sistema de innovación. Este estudio conlleva una serie de limitaciones incluyendo un número reducido de observaciones que se remite a solo tres períodos de tiempo (2011-2013), en comparación a estudios internacionales que han abarcado más de una década. Asimismo, este estudio se limita al análisis de las *spin off* en general con la necesidad futura de realizar estudios por sectores y actividades de ciencia (producto, servicio, desarrollo) para distinguir las áreas en las cuales se están generando fortalezas y capacidades competitivas v.g. biológicas, médicas, físicas, ingeniería, mecánicas, entre otras (Autio, 1997; Pirnay et al., 2003).

Otra limitación de este estudio se refiere al diseño de los índices de calidad de las IES de la muestra. De ahí la necesidad que en futuros trabajos se afine la construcción de este tipo de indicadores con énfasis en las capacidades empresariales y emprendedoras de los inventores académicos (Siegel, Waldman et al., 2004). Este estudio no incorpora características que evalúen los perfiles a nivel individual de los académicos y su grado de compromiso y participación para la conclusión del proceso empresarial. Asimismo, aun cuando se establece que existen procesos dinámicos de aprendizaje y retroalimentación en la acumulación de conocimiento, es necesario ahondar en el estudio de los mecanismos específicos que operan a nivel interno de las IES para una mayor comprensión del fenómeno. Una limitación adicional reside en que este estudio no aborda los mecanismos subyacentes en las estructuras que generan las *spin offs* universitarias v.g. redes exo y endo institucionales (Nicolau y Birley 2003). Este trabajo tampoco ha profundizado en el modelo de negocios y sus combinaciones que permitan determinar el desempeño futuro de las *spin offs* (Mangematin et al., 2003; Clausen y Rasmussen, 2013; Lehoux et al., 2014).

---

<sup>20</sup> Fuente: Secretaría de Economía. <http://www.siem.gob.mx/SNIE/CoberturaSNIE.asp> [Fecha de consulta 25 de Julio del 2013]

Finalmente, se requieren futuras metodologías, modelos alternativos adicionales con metodologías que representen mejor contextos de sistemas nacionales de innovación donde muy pocas IES están generando *spin offs*.

De esta manera, si el objetivo de los diseñadores de políticas públicas universitarias y científicas es aumentar el número de *spin offs*, este trabajo ha buscado señalar algunos rasgos iniciales. Futuros trabajos deben profundizar en el impacto el gasto público a través de los diferentes programas del CONACYT está teniendo en el fomento de empresas *spin off*. Asimismo, otros trabajos deberán ahondar en el papel que juega el sistema financiero e instrumentos de riesgo para alentar la creación de empresas universitarias. Finalmente, otros estudios deberán responder porque las OTTs están privilegiando otros mecanismos de TT en lugar de la promoción de *spin offs*. Por tanto, es de esperarse que nuevos trabajos en el futuro, amplíen el estudio de estos temas que permitan elaborar estrategias más eficientes para facilitar la proliferación de este tipo de empresas en el país.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, M., Grinevich, V. (2013). The nature of academic entrepreneurship in the UK: Widening the focus on entrepreneurial activities. *Research Policy*, 42, 408-422.
- ADIAT (2008). *Desarrollo de un modelo de transferencia de tecnología para México*. México: Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico-ADIAT.
- ADIAT (2010). *Oficinas de Transferencia de Tecnología. Fundamentos para su Formación y operación en México*. México: Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico-ADIAT.
- Agarwal, R., Shah, S. (2014). Knowledge sources of entrepreneurship: Firm formation by academic, user and employee innovators. *Research Policy*, 43, 1109-1133.
- Aldridge, T. T., Audretsch, D. B. (2011). The Bayh–Dole act and scientist entrepreneurship. *Research Policy*, 40(8), 1058–1067.
- Algieri, B., Aquino, A., Sucurro, M. (2013). Technology transfer offices and academic spin off creation: the case of Italy. *The Journal of Technology Transfer*, 38, 382-400.
- Audretsch, D. B., Lehmann, E. E., Warning, S. (2005). University spillovers and new firm location. *Research Policy*, 34, 1113-1122.
- Audretsch, D. B., Lehmann, E. E., Wright, M. (2014). Technology transfer in a global economy. *The Journal of Technology Transfer*, 39(3), 301-312.
- Autio, E. (1997). New Technology-based firms in innovation networks. *Research Policy*, 26, 263-281.
- Autio, E., Kenney, M., Mustar, P., Siegel, D., Wright, M. (2014). Entrepreneurial innovation: The importance of context. *Research Policy*, 43, 1097-1108.
- Bas, Thomas. (2012). *Comparing High Technology Firms in Developed & Developing Countries*. Hershey, PA: IGI Global.
- Bathelt, H., Kogler D., Munro, A. (2010). A knowledge-based typology of university spin-offs in the context of regional economic development. *Technovation*, 30, 519-532.

- Binkauskas, G. (2012). Academic entrepreneurship: Barriers and fears versus wishes and opportunities. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 11(3), 231-244.
- Blundell, R., Griffith, R., Van Reenen, J. (1995). Dynamic count data models of technological innovation. *Economic Journal*, 105, 333–344.
- Bodas-Freitas, I.M., Argou-Marques, R., Mirra de Paula, E. (2013). University–industry collaboration and innovation in emergent and mature industries in new industrialized countries. *Research Policy*, 42, 443-453.
- Bodas-Freitas, I., Geuna, A., Rossi, F. (2013). Finding the right partners: Institutional and personal modes of governance of university-industry interactions. *Research Policy*, 42, 50-62.
- Borges, C., Filion, J.L. (2013). Spin-off process and the development of academic entrepreneur’s social capital. *Journal of Technology Management & Innovation*, 8(1), 21-34.
- Bozeman, B., Fay, D., Slade, C. (2013). Research collaboration in universities and academic entrepreneurship: the-state-of-the-art. *Journal of Technology Transfer*, 38, 1–67.
- Bozeman, B., Rimes, H., Youtie, J., (2015). The evolving state-of-the-art in technology transfer research: Revisiting the contingent effectiveness model. *Research Policy*, 44, 34-49.
- Bray, M.J., Lee, J.. (2000). University Revenues from Technology Transfer Licensing Fees vs. Equity Positions. *Journal of Business Venturing*, 15, 385-392.
- Cameron, A.C., Trivedi, P.K. (1998). *Regression Analysis of Count Data*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Carlsson, B., Fridh, A. (2002). Technology transfer in United States universities: A survey and statistical analysis. *Journal of Evolutionary Economics*, 12, 199-232.
- Clarke, B.R., (1998). *Creating Entrepreneurial Universities; Organizational Pathways of Transformations*. New York: IAU Press.
- Clausen, T., Rasmussen, E., (2013). Parallel business models and the innovativeness of research-based spin-off ventures. *Journal of Technology Transfer*, 38, 836–849.

- Clarysse, B., Moray, N. (2004). A process study of entrepreneurial team formation: the case of a research-based spin-off. *Journal of Business Venturing*, 19(1), 55-79.
- Clarysse, B., Wright, M., Lockett, A., Van de Velde, E., Vohora, A. (2005). Spinning out new ventures: a typology of incubation strategies from European research institutions. *Journal of Business Venturing*, 20, 183-216.
- Clarysse, B., Wright, M., Lockett, A., Mustar, P., Knockaert, M. (2007). Academic spin-offs, formal technology transfer and capital raising. *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 609-640.
- CONACYT. (2008). *Informe General del Estado de la Ciencia y Tecnología*. México: CONACYT.
- CONACYT. (2010). *Informe General del Estado de la Ciencia y Tecnología*. México: CONACYT.
- Coupe, T. (2003). Science Is Golden: Academic R&D and University Patents. *Journal of Technology Transfer*, 28(1), 31-46.
- Cowan, R., Zinovyeva, N., (2013). University effects on regional innovation. *Research Policy*, (42), 788-800.
- David, P. A. (2007). Path dependence: a foundational concept for historical social science. *Cliometrica*, 1(2), 91-114.
- Debackere, K. (2000). Managing academic R&D as a business at K.U. Leuven: context, structure and process. *R&D Management*, 30(4), 323-328.
- Debackere, K., Veugelers, R. (2005). The role of academic technology transfer organizations in improving industry science links. *Research Policy*, 35, 321-342.
- Di Gregorio, D., Shane, S. (2003). Why do some universities generate more start-ups than others? *Research Policy*, 32, 209-227.
- Djokovic, D., Souitaris, V. (2008). Spinouts from academic institutions: a literature review with suggestions for further research. *Journal of Technology Transfer*, 33(3), 225-247.
- Druilhe, C., Garnsey, E. (2004). Do Academic Spin-Outs Differ and Does it Matter? *Journal of Technology Transfer*, 29, 269-285.

- Etzkowitz, H, Mello, J., Almeida, M. (2005). Towards ‘metainnovation’ in Brazil: the evolution of the incubator and the emergence of a triple helix. *Research Policy*, 34, 411–424.
- Feldman, M., Desrochers, P. (2003). Research universities and local economic development: lessons from the history of Johns Hopkins University. *Industry and Innovation*, 10(1), 5-24.
- Festel, G., (2013). Academic spin-offs, corporate spin-outs and company internal start-ups as technology transfer approach. *The Journal of Technology Transfer*, 38, 454-470.
- Fini, R., Grimaldi, R., Santoni, S., Sobrero, M. (2011). Complements or substitutes? The role of universities and local context in supporting creation of academic spin-offs. *Research Policy*, 40, 113-1127.
- Florida, R., Kenney M. (1988). Venture capital financed innovation and technological change in the United States. *Research Policy* 17, 119–137.
- Friedman, J., Silberman, J. (2003). University technology transfer: do incentives, management and location matter? *Journal of Technology Transfer*, 28, 17-30.
- Foltz, J., Kim, K., Barham, B. (2003). A Dynamic Analysis of University Agricultural Biotechnology Patent Production. *American Journal of Agricultural Economics*, 85(1), 189-199.
- Fontes, M. (2005). The process of transformation of scientific and technological knowledge into economic value conducted by biotechnology spin-offs. *Technovation*, 25, 339-347.
- Franklin, S. J., Wright, M., Lockett, A. (2001). Academic and Surrogate Entrepreneurs in University Spin-out Companies. *Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), 127-141.
- Goldfarb, B., Henrekson M. (2003). Bottom-up versus top-down policies towards the commercialization of university intellectual property. *Research Policy*, 32, 639-658.
- Greene, W. (2011). *Econometric Analysis*. 7th Ed. New York: Prentice Hall
- Griliches, Z., (1990). Patent statistics as economic indicators: a survey. *Journal of Economic Perspectives*, 28(4), 1661–1707.
- Grimaldi, R., Kenny, M., Siegel, D., Wright, M. (2011). 30 years after Bayh-Dole: Reassessing academic entrepreneurship. *Research Policy*, 40, 1045-1057.

- Guerrero, M., Cunningham, J., Urbano, D., (2015). Economic impact of entrepreneurial universities' activities: An exploratory study of the United Kingdom. *Research Policy*, 44, 748-764.
- Hausman, J., Hall, B., Griliches, Z. (1984) Economic Models for Count Data with an Application to the Patents-R&D Relationship. *Econometrica*, 52, 909-938.
- Heirman, A., Clarysse, B. (2004). How and Why do Research-Based Start-Ups Differ at Founding? A Resource-Based Configurational Perspective. *Journal of Technology Transfer*, 29, 247-268.
- Hoeser, U., Versino, M. (2006). A diez años del inicio de la incubación de empresas de base tecnológica en Argentina. Balance de la evolución del fenómeno y análisis de las experiencias recientes. *Redes*, 12(24), 15-41.
- Hsu, D. H., Ziedonis, R.H. (2013). Resources as dual sources of advantage: Implications for valuing entrepreneurial-firm patents. *Strategic Management Journal*, 34(7), 761-781.
- Iacobucci, D., Micozzi, A., (2015). How to evaluate the impact of academic spin-offs on local development: an empirical analysis of the Italian case. *The Journal of Technology Transfer*, 40, 434-452.
- Kalar, B., Antoncic, B. (2015). The entrepreneurial university, academic activities, and technology and knowledge transfer in four European countries. *Technovation*, 36, 1-11.
- Kenney, M., Goe, W.R. (2004). The role of social embeddedness in professional entrepreneurship: A comparison of electrical engineering and computer science at UC Berkeley and Stanford. *Research Policy*, 33, 691-707.
- Klofsten, M., Jones-Evans, D. (2000). Comparing academic entrepreneurship in Europe—the case of Sweden and Ireland. *Small Business Economics*, 14(4), 299-309.
- Kolympiris, C., Kalaitzandonakes, N., Miller, D. (2014). Public funds and local biotechnology firm creation. *Research Policy*, 43(1), 121-137.
- Lehoux, P., Daudelin, G., Williams-Jones, B., Denis, J., Longo, C. (2014). How do business model and health technology design influence each other? Insights from a longitudinal case study of three academic spin-offs. *Research Policy*, 43, 1025-1038.

- Link, A. N., Scott, J. T. (2005). Opening the ivory tower's door: An analysis of the determinants of the formation of U.S. university spin-off companies. *Research Policy*, 34, 1106-1112.
- Lockett, A., Wright, M. (2005a). Resources, capabilities, risk capital and the creation of university spin-out companies. *Research Policy*, 34, 1043-1057.
- Lockett, A., Siegel, D., Wright, M., Ensley, M. D. (2005b). The creation of spin-off firms at public research institutions: managerial and Policy Implications. *Research Policy*, 34, 981-993.
- Lüthje, C., Franke, N. (2003). The 'making' of an entrepreneur: testing a model of entrepreneurial intent among engineering students at MIT. *R&D Management*, 33(2), 135-147.
- Macho, I., Pérez, D., Veugelers, R. (2007). Licensing of university inventions: The role of a technology transfer office. *International Journal of Industrial Organization*, 25, 483-510.
- Mangematin, V., Lemarié, S., Boissin, J. P., Catherine, D., Corolleur, F., Coronini, R., Trommetter, M. (2003). Development of SMEs and heterogeneity of trajectories: the case of biotechnology in France. *Research Policy*, 32(4), 621-638.
- Markman, G., Gianiodis, P. T., Phan, P. H., Balkin, D.B. (2005a). Innovation speed: Transferring university technology to market. *Research Policy*, 34, 1058-1075.
- Markman G., Phan P., Balkin D., Gianiodis P. (2005b). Entrepreneurship and university-based technology transfer. *Journal of Business Venturing*, 20, 241-263.
- McAdam, M., McAdam, R. (2008). High Tech start-ups in University Science Park incubators: The relationship between the start-up's lifecycle progression and the use of the incubator's resources. *Technovation*, 28, 277-290.
- Molina, A., Aguirre, J. M., Breceda, M., Cambero, C. (2011). Technology parks and knowledge-based development in Mexico: Tecnológico de Monterrey CIT2 experience. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 13(2), 199-224.
- Moray, N., Clarysse, B. (2005). Institutional change and resource endowments to science-based entrepreneurial firms. *Research Policy*, 34, 1010-1027.

- Mowery, D.C., Nelson, R.R., Sampat, B.N., Ziedonis, A.A. (2001). The growth of patenting and licensing by U.S. universities: an assessment of the effects of the Bayh-Dole act in 1980. *Research Policy*, 30, 99-119.
- Mowery, D.C., Sampat, B.N. (2005). The Bayh-Dole Act of 1980 and University-Industry Technology Transfer: A Model for Other OECD Governments. *Journal of Technology Transfer*, 30, 115-127.
- Mustar, P., Renault, M., Colombo, M. G., Piva, E., Fontes, M., Lockett, A., Wright, M., Clarysse, B., Moray, N. (2006). Conceptualizing the heterogeneity of research-based spin-offs: A multi-dimensional taxonomy. *Research Policy*, 36, 289-308.
- Mustar, P., Wright, M., (2010). Convergence or path dependency in policies to foster the creation of university spin-off firms? A comparison of France and the United Kingdom. *The Journal of Technology Transfer*, 35(1), 42–65.
- Ndonzauau, F. N., Pirnay, F., Surlemont, B. (2002). A stage model of academic spin-off creation. *Technovation*, 22, 281–289.
- Nelson, R.R., Winter, S.G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge MA: Belknap Press of Harvard University Press.
- Nerkar, A., Shane, S. (2003). When do start-ups that exploit patented academic Knowledge survive? *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1391-1410.
- Nicolaou, N., Birley, S. (2003). Academic networks in a trichotomous categorization of university spinouts. *Journal of Business Venturing*, 18, 333-359.
- Nielsen, K., (2015). Human capital and new venture performance: the industry choice and performance of academic entrepreneurs. *The Journal of Technology Transfer*, 40, 453-474.
- North, Douglas C. (2006). *Instituciones, Cambio Institucional y Desempeño Económico*. 3ª Reimpresión. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- OCDE, (2012). *Evaluación de la OCDE del sector de nuevas empresas basadas en el conocimiento*. México D.F.: OCDE
- OECD. (1999). *University Research in Transition*, Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.

- OECD. (2003). *Turning Science into Business. Patenting and Licensing at Public Research Organizations*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- O’Kane, C., Mangematin, V., Geoghegan, W., Fitzgerald, C., (2015). University technology transfer offices: The search for identity to build legitimacy. *Research Policy*, 44, 421-437.
- Ortín-Ángel, P., Vendrell-Herrero, F. (2014). University spin-offs vs. other NTBFs: Total factor productivity differences at outset and evolution. *Technovation*, 34, 101-112
- O’Shea, R., Allen, T. J., Chevalier, A., Roche, F. (2005). Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of U.S. universities. *Research Policy*, 34, 994-1009.
- O’Shea, R., Allen, T. J., Morse, K., O’Gorman, C., Roche, F. (2007). Delineating the anatomy of an entrepreneurial university: The Massachusetts Institute of Technology Experience. *R&D Management*, 37(1), 1-16.
- O’Shea, R., Chugh, H., Allen, T. J. (2008). Determinants and consequences of university spin-off activity: A conceptual framework. *Journal of Technology Transfer*, 33(6), 653–666.
- Padilla-Pérez, R., Gaudin, Y. (2014). Science, technology and innovation policies in small and developing economies: The case of Central America. *Research Policy*, 43, 749-759.
- Parente, R., Feola, R. (2013). Entrepreneurial intent and entrepreneurial commitment of young researchers. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 12(2), 155-166.
- Peña, J.C. (2011). Análisis de las características de las incubadoras de empresas en Colombia: un estudio de casos. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 16(30), 9-43.
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D’Este, P., Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423-442.
- Pirnay, F., Surlemont, B., Nlemvo, F. (2003). Toward a typology of university spin-offs. *Small Business Economics*, 21(4), 355-369.

- Powell, W., Smith, J. (1998). Universities and the market for intellectual property in the life sciences. *Journal of Policy Analysis and Management*, 17(2), 253-277.
- Powell, W., Di Maggio, P. Comps. (1999). *El Nuevo Institucionalismo en el Análisis Organizacional*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Powers, J. B., McDougall, P. P. (2005). University start-up formation and technology licensing with firms that go public: a resource-based view of academic entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, 20, 291-311.
- Rasmussen, E., Borch, O. J. (2010). University capabilities in facilitating entrepreneurship: A longitudinal study of spin off ventures at mid-range universities. *Research Policy*, 39, 602-612.
- Rasmussen, E., Mosey, S., Wright, M. (2014). The influence of university departments on the evolution of entrepreneurial competencies in spin-off ventures. *Research Policy*, 43, 92-106.
- Rizzo, Ugo., (2015). Why do scientists create academic spin-offs? The influence of the context. *The Journal of Technology Transfer* (40), 198-226.
- Rogova, E. (2014). The effectiveness of business incubators as the element of the universities' spin-off strategy in Russia. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 13(3), 265-281.
- Rothaermel, F., Thursby, M. (2005a). Incubator firm failure or graduation? The role of University linkages. *Research Policy*, 34, 1076-1090.
- Rothaermel, F. T., Thursby, M. (2005b). University-incubator firm knowledge flows: assessing their impact on incubator firm performance. *Research Policy*, 34, 305-320.
- Sampat, B. N., Mowery, D. C., Ziedonis, A. A. (2003). Changes in university patent quality after the Bayh-Dole act: a re-examination. *International Journal of Industrial Organization*, 21(9), 1371-1390.
- Saxenian, A. L. (1996). *Regional Advantage: culture and competition in Silicon Valley and Route 128*. Boston: Harvard University Press.
- Shane, S. (2002). Executive forum: University technology transfer to entrepreneurial companies. *Journal of Business Venturing*, 17, 537-552.

- Shane, S., Stuart, T. (2002). Organizational Endowments and the Performance of Start-Ups. *Management Science*, 48(1), 154-170.
- Shane, S. (2004a). *Academic Entrepreneurship; University Spinoffs and Wealth Creation*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Shane, S. (2004b). Encouraging university entrepreneurship? The effect of the Bayh-Dole Act on university patenting in the United States. *Journal of Business Venturing*, 19(1), 127-151.
- Shane, S., Dolmans, S., Jankowski, J., Reimen, I., Romme, A.G., (2015). Academic entrepreneurship: Which inventors do technology licensing officers prefer for spinoffs? *The Journal of Technology Transfer*, 40, 273-292.
- Siegel, D.S., Waldman, D.A., Atwater, L. E., Link, A.N. (2003a). Commercial knowledge transfers from universities to firms: improving the effectiveness of university–industry collaboration. *Journal of High Technology Management Research*, 14, 111-133.
- Siegel, D.S., Waldman, D., Link, A. (2003c). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy*, 32, 27-48.
- Siegel, D., Waldman, D., Atwater, L., Link, A.N. (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technologies. *Journal of Engineering and Technology Management*, 21, 115-142.
- Siegel, D.S., Phan, P.H., (2004.) Analyzing the Effectiveness of University Technology Transfer: Implications for Entrepreneurship Education. Working Paper No. 0426. Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY.
- Solleiro, J. L. (2009). *Gestión del conocimiento en centros de investigación y desarrollo de México, Brasil y Chile*, Vol. 3. Mexico: FLACSO.
- Sorenson, O., Stuart, T., (2001). Syndication networks and the spatial distribution of venture capital financing. *American Journal of Sociology*, 106, 1546-1588.
- Stephan, Paula, (2012). *How Economics Shapes Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Stuart, T., Ding, W. (2006). When do scientists become entrepreneurs? The social structural antecedents of commercial activity in the academic life sciences. *American Journal of Sociology*, 112(1), 97-144.
- Thorn, K., Soo, M. (2006). *Latin American universities and the third mission: trends, challenges and policy options*. Vol. 4002, World Bank Publications.
- Thursby, J. G., Jensen, R., Thursby, M.C. (2001). Objectives, Characteristics and Outcomes of University Licensing: A Survey of Major U.S. Universities. *Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), 59-72.
- Thursby, J. G., Thursby, M.C. (2002a). Who is selling the Ivory Tower? Sources of Growth in University Licensing. *Management Science*, 48(1), 90-104.
- Torres, A., Dutrénit, G., Sampedro, J. L., Becerra, N. (2009). What are the factors driving Academy-Industry linkages in Latecomer Firms: Evidence from Mexico. Mimeo
- Upstill, G., Symington, D. (2002). Technology transfer and the creation of companies: the CSIRO experience. *R&D Management*, 32(3), 233-239.
- Westhead, P., Storey, D. (1995). Links between higher education institutions and high technology firms. *Omega-International Journal of Management Science*, 23, 345-360.
- Wooldridge, J. F. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Cambridge MA: The MIT Press.
- Wright, M., Birley, S., Mosey, S. (2004a). Entrepreneurship and University Technology Transfer. *Journal of Technology Transfer*, 29(3), 235-246.
- Wright, M., Vohora, A., Lockett, A. (2004b). The Formation of High-Tech University Spinouts: The Role of Joint Ventures and Venture Capital Investors. *Journal of Technology Transfer*, 29(3-4), 287-310.
- Ziegler, A. (2011). *Generalized Estimating Equations*. New York: Springer.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., Brewer, M. B. (1998). Intellectual human capital and the birth of U.S. biotechnology enterprises. *The American Economic Review*, 88(1), 290-306.

## **CAPÍTULO 4**

# **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y LA PRODUCTIVIDAD EN LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**



## **RESUMEN**

El objetivo de este capítulo es evaluar y determinar los niveles de eficiencia y productividad entre las unidades académicas involucradas en la transferencia tecnológica. Los resultados obtenidos mediante métodos paramétricos y no paramétricos muestran una homogeneidad relativa en las instituciones de educación superior y centros públicos de investigación que participan desde 2011 en estos procesos en México. Sin embargo, en contraste con otros países más desarrollados, la productividad en factores como número e ingresos por licencias, número de notificaciones de invenciones y experiencia de las oficinas de transferencia tecnológica es muy limitada. Estos resultados sugieren que la eficiencia técnica ha permanecido estable en períodos cortos de tiempo.

### **Palabras clave**

Medidas de productividad y eficiencia, modelos de envolvimiento de datos (DEA), modelos de frontera estocástica (SFE), unidades de transferencia de tecnología universitaria.

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, instituciones académicas de referencia internacional, especialmente de EEUU y Europa, han alcanzado un considerable éxito en sus procesos de vinculación y transferencia tecnológica (O'Shea et al, 2005; Lerner, 2005; Wright et al., 2007; Guerrero et al. 2015). Estas instituciones han logrado establecer mecanismos para obtener fuentes de ingresos adicionales y alternativos a las tradicionales formas de financiación de las universidades; como por ejemplo, generando regalías y pagos en efectivo o en especie a través del licenciamiento y proyectos de investigación patrocinados por la industria (Lach y Schankerman, 2004; Mowery et al. 2015). Asimismo, diversos estudios han resaltado el desarrollo económico alrededor de estos centros académicos como consecuencia de la creación de nuevos empleos de alta calidad vinculados a la creación de empresas de alto contenido tecnológico (Saxenian, 1996; Shane 2004a,b; Wright et al., 2004a,b; Agarwal et al., 2014).

Pero no todas las instituciones de investigación superior (IES), como las de referencia internacional, han conseguido los mismos niveles de desempeño respecto a sus esfuerzos por transferir al mercado los resultados de su investigación científica (Bok, 2003, Stephan, 2012). Este fenómeno ha estimulado una considerable cantidad de literatura en el ámbito de la dirección de la tecnología, relacionada con la revisión de los factores clave en el éxito o el fracaso en la transferencia de tecnología universitaria – TTU – (Di Gregorio y Shane, 2003; Lerner, 2005; Link et al, 2005; O’Kane et al. 2015).

Más allá de identificar los factores que explican los procesos de transferencia de tecnología universitaria, otros trabajos han evaluado y medido los niveles de eficiencia alcanzados por las unidades de transferencia de resultados de investigación. Entre estos estudios resaltan los trabajos elaborados para los EEUU por Thursby y Kemp (2002), Siegel, et al. (2003), Anderson et al., (2007) y el trabajo comparativo para Italia y Reino Unido de Agasisti y Johnes (2009); de la misma manera que la serie de trabajos elaborados por Chapple et al. (2005) en Reino Unido; Glass et al. (2006), Rossi, (2014) y Curi et al. (2015). La mayoría de estos estudios proponen como objeto de análisis y medición a las oficinas de transferencia de tecnología (OTTs) por su papel estratégico en los resultados que las universidades y centros de investigación obtienen al licenciar o fundar nuevas empresas *start ups* y/o *spin offs* (Debackere y Veugelers, 2005; Fitzgerald et al., 2015).

En América Latina existen algunos estudios comparativos para medir la eficiencia de la educación, la transferencia de conocimiento y el desempeño de las universidades. Por ejemplo, en un estudio comparativo de 14 países, Albornoz (1997) utiliza los insumos de planta física, clima organizacional y miembros de las facultades académicas para evaluar el nivel educativo entre las IES. Por su parte, Deutsch et al. (2013) utilizando los resultados de la prueba PISA, diseña un modelo estocástico de frontera para determinar la eficiencia en el aprendizaje en cinco países de América Latina. Este estudio concluye que la localización de las escuelas, nivel de financiación y la auto estima de los alumnos son determinantes para alcanzar niveles de eficiencia en el aprendizaje escolar. Por su parte, Cáceres et al. (2014) miden la eficiencia mediante el método DEA de 15 departamentos en una universidad chilena, resultando el 33% de los departamentos en la frontera de eficiencia.

En México este tipo de estudios se han enfocado en evaluar la eficiencia y productividad de los sistemas de innovación regional y estatal (Valdez-Lafarga et al., 2015), las universidades (Güemes-Castorena, 2008; Antonio et al., 2012; Becerril-Torres et al., 2012), y las facultades y departamentos universitarios (Altamirano-Corro et al., 2014). Sin embargo, no existe ningún trabajo centrado en la evaluación de la eficiencia de las OTTs (CONACYT, 2013).

En cuanto a los trabajos que estudian la medición y evaluación en el desempeño productivo de la TTU, algunos autores utilizan una metodología de programación lineal denominada de análisis envolvente de datos (DEA) y la aplican a universidades en el Reino Unido (Chapple et al., 2005). Esta técnica mide las diferentes unidades productivas de acuerdo con su nivel de eficiencia para establecer las unidades de análisis de referencia (unidades de mayor preferencia). De esta forma, se calculan los índices de eficiencia individual para cada unidad productiva. En una segunda etapa, una serie de modelos econométricos se diseñan utilizando la técnica de SFE para identificar los factores relevantes para determinar tanto la eficiencia y los niveles de ineficiencia a nivel global y regional (Chapple et al., 2005; Glass et al., 2006). Estos estudios resaltan el contexto particular en materia de transferencia de tecnología en un país como México donde no existe una legislación del tipo del acta Bayh-Dole, la cual surgió en EEUU.

En México tampoco existe una iniciativa de ley del tipo de esta acta, de ahí la conveniencia de la metodología utilizada por estos autores para la identificación de los factores que explican la eficiencia en TT. Por todo ello, el objetivo de este trabajo es medir

y evaluar los niveles de eficiencia alcanzados por las unidades de transferencia tecnológica. Utilizando la metodología introducida por Thursby y Kemp (2002), Chapple et al. (2005) y Glass et al. (2006), se busca lograr este objetivo. Así, este estudio diseña tanto un modelo paramétrico (SFE), como un modelo no paramétrico (DEA) con los datos recogidos de la investigación empírica llevada a cabo entre las oficinas de transferencia y de vinculación universitaria en México.

Este trabajo contribuye a la literatura académica al evaluar contextos donde este tipo de iniciativas públicas aún son inexistentes. Este estudio busca contribuir en forma teórica a explicar los niveles de eficiencia y productividad en países con nivel medio de desarrollo tecnológico. Asimismo, este análisis empírico pretende sentar un precedente para la evaluación de la productividad en unidades de transferencia de tecnología en Latinoamérica y asentar la utilidad de esta metodología para los diseñadores de política pública tecnológica y los directores de las IES, los cuales tendrán una base para impulsar mejores prácticas en la transferencia de tecnología universitaria.

De esta manera, este artículo se estructura postulando en la siguiente sección 2, los antecedentes y el conjunto de indicadores internos y externos que explican la productividad en las IES y en los centros de investigación pública. En la sección 3, se introduce la metodología para estimación de los modelos empíricos utilizados en la estimación de la eficiencia relativa de las universidades y centros de investigación. La sección 4 y 5 describen la característica de los datos y los resultados obtenidos en nuestro(s) modelo(s). Finalmente en la sección 6 se presentan las conclusiones y una agenda para futuras investigaciones.

## **4.2. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN LA TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN**

La literatura académica se ha centrado en analizar los resultados y la productividad de los gastos en inversión para investigación y desarrollo en tres niveles: (1) sistemático, (2) universidad y sus departamentos, (3) unidades de transferencia de conocimiento científico v.g. OTTs.

El primer nivel se ha enfocado en medir el impacto sobre la industria y la economía nacional. En un trabajo seminal, Griliches (1979) plantea una metodología para estimar el impacto que tienen los gastos privados y públicos en investigación científica sobre el

producto bruto en la economía y en sectores con industrias intensivas en capital asociadas al conocimiento. Este autor señala la necesidad de marcar diferencias entre los retornos en investigación básica y aplicada, así como los efectos de transmisión de conocimiento entre empresas – *spillovers*—. Por su parte, Heher (2005, 2006) estima que los retornos sobre las inversiones en ciencia y tecnología son positivos y oscilan entre el 2% y 3% con retrasos de 10 años a nivel institucional y de hasta 20 años a nivel nacional.

En segundo nivel se encuentran estudios que en diversos países se han realizado para medir el desempeño administrativo, productividad y de eficiencia en universidades y facultades. Por ejemplo Glass et al. (2006) analizando datos para 98 universidades en el Reino Unido durante 1996 indica que los rangos en los niveles de eficiencia han aumentado durante una década. En EEUU se han desarrollado una amplia serie de artículos académicos enfocados en la productividad de las IES donde la varianza en productividad encontrada es menor a la observada en instituciones en el Reino Unido. Por ejemplo, Reichmann (2004) analiza 118 universidades americanas encontrando que las de menor desempeño solamente son 32% menos productivas que las más eficientes. Este resultado revela un mayor grado de homogeneidad en las universidades americanas que sus contrapartes europeas; por otra parte, Cobert (2000) en un estudio sobre los 24 principales programas de maestría en administración de negocios en los EEUU mostró diferencias de tan solo 8% en eficiencia educativa. Finalmente, diversos estudios incluyendo instituciones en Canadá (Mc Millan y Chan, 2006), Austria (Leitner et al., 2007), Australia (Worthington y Lee, 2008), entre otros, también han analizado la productividad y eficiencia operativa en educación superior. El estudio en Canadá analiza 45 universidades utilizando los métodos DEA y SFE, si bien encuentra divergencia de resultados en cada método, por otra parte, logra resultados consistentes en el orden de las eficiencias individuales de las universidades. El estudio en Austria, enfatiza que tanto las universidades grandes como pequeñas, poseen niveles de eficiencia, resaltando que no existe un nivel de escala simple para determinar el establecimiento en la frontera de eficiencia. Finalmente, el estudio de 35 universidades en Australia entre 1998 y 2003 arroja un crecimiento anual en productividad del 3.3% debido principalmente al progreso tecnológico.

En un tercer grupo de estudios, la principal línea de investigación gira en torno al rendimiento y productividad de las actividades en materia de transferencia tecnológica y en el desempeño de las OTTs. Existen estudios basados en análisis financieros de pérdidas y

ganancias (P/L) de las oficinas de transferencia de tecnología (Trune y Goslin, 1998; Abrahms et al., 2009), y a partir de la década que inicia en el año 2000, diversos estudios utilizan: (1) los enfoques basados en funciones de producción, y (2) el enfoque de funciones de producción de frontera (Bonaccorsi y Dario, 2004). Mientras en el primer caso se construye una función para estimar a través de la ecuación de regresión la tendencia promedio de las observaciones; en el segundo caso, se construyen modelos basados a partir de un punto óptimo de referencia en la frontera. Siegel y Phan (2004) describen la estimación estocástica de frontera (SFE) y al análisis envolvente de datos (DEA) como las dos herramientas más ampliamente utilizadas para llevar a cabo esta evaluación.

Mientras, el método DEA utiliza la programación lineal para determinar niveles de eficiencia, este no está limitado por los supuestos ligados a los análisis paramétricos tradicionales de regresión, como es el supuesto de la independencia entre las variables independientes. Estos modelos incorporan factores organizativos y externos que influyen directa o indirectamente en el rendimiento de la transferencia de tecnología. El otro método recurrentemente utilizado en el estudio de la eficiencia es el denominado de frontera estocástica (SFE), el cual consiste en un modelo paramétrico con dos funciones: (a) de eficiencia y (b) de ineficiencia técnica respectivamente (Aigner et al., 1977; Meeusen y Van Den Broeck, 1977). El método estima una frontera de eficiencia mediante el uso de una función de producción y calcula los parámetros de la función de producción mediante el uso de regresión. Al ser un método paramétrico permite construir pruebas de hipótesis y la construcción de los niveles estadísticos de confianza.

La tabla 4.1 recoge los principales trabajos realizados sobre la eficiencia de la transferencia de tecnología universitaria y las OTTs. Las variables principales de entrada-salida (*input-outputs*) utilizadas en estos modelos incluyen a los gastos para investigación y desarrollo (I+D), ingresos por licenciamiento, número de licencias, número de empresas fundadas, regalías, número de acuerdos de investigación, número de notificaciones de inventos, tamaño de la OTT, gastos en propiedad intelectual, y patentes aplicadas y/o obtenidas. A continuación se detalla cada uno de los estudios señalando metodología, muestra, enfoque y las combinaciones de variables utilizadas.

**Tabla 4.1. Trabajos empíricos sobre la eficiencia de la transferencia de tecnología  
universitaria y de las OTTs**

| <b>Trabajo de Investigación</b> | <b>Muestra/Países</b>                   | <b>Método</b>                                                                   | <b>Enfoque</b>                                                                             | <b>Variables Input</b>                                                                                                                                                             | <b>Variables Output</b>                                                                                               |
|---------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Thursby y Kemp (2002)           | 112 universidades en EEUU               | DEA combinado con un análisis de regresión                                      | Actividades de transferencia de tecnología universitaria (UITT)                            | Tamaño OTT<br>Financiación federal<br>Bio. facultad<br>Ing. facultad<br>Físicas. facultad<br>Bio calidad<br>Ing. calidad<br>Físicas calidad                                        | Financiación de la Industria<br>Regalías<br>Notificaciones<br>Aplicaciones por nuevas patentes<br>Licencias           |
| Thursby y Thursby (2002)        | 64 universidades en EEUU                | DEA (3 etapas). Calcula factores totales de productividad para cada etapa (TFP) | Oficinas de transferencia de tecnología (OTTs)                                             | Etapas 1:<br>Financiación federal e industrial<br>Personal en OTT<br>Etapas 2:<br>Notificaciones<br>Calidad de facultad<br>Etapas 3:<br>Notificaciones<br>Aplicaciones por patente | Etapas 1:<br>Notificaciones<br>Etapas 2:<br>Aplicaciones por patente<br>Etapas 3:<br>Licencias y acuerdos de opciones |
| Siegel et al. (2003)            | 89 universidades en EEUU                | SFE                                                                             | Oficinas de transferencia de tecnología (OTTs)                                             | Notificaciones<br>Tamaño de la OTT<br>Gastos legales                                                                                                                               | Acuerdos por licencias<br>Ingresos por licencias                                                                      |
| Chapple et al. (2005)           | 98 universidades en el R.U.             | DEA y SFE                                                                       | Oficinas de transferencia de tecnología (OTTs)                                             | Ingresos para la investigación<br>Notificaciones<br>Tamaño de la OTT<br>Gastos legales PI                                                                                          | Acuerdos por licencias<br>Ingresos por licencias                                                                      |
| Glass et al. (2006)             | 98 universidades en R.U.                | DEA y SFE                                                                       | Actividades de transferencia de tecnología universitaria (UITT) y actividades de enseñanza | Staff académico<br>Gastos de inversión en capital                                                                                                                                  | Investigación<br>Enseñanza                                                                                            |
| Anderson et al. (2007)          | 57 universidades en EEUU                | DEA                                                                             | Actividades de transferencia de tecnología universitaria (UITT)                            | Gasto en investigación                                                                                                                                                             | Licencias, número de SPOs e Ingreso por licencias, patentes aplicadas, patentes otorgadas                             |
| Siegel et al. (2008)            | 120 universidades en EEUU y R.U.        | SFE                                                                             | Oficinas de transferencia de tecnología (OTTs)                                             | Gasto en investigación, Gastos externos en PI, <i>staff</i> en OTT, calidad de la facultad, edad de la OTT                                                                         | Licencias, número de SPOs e Ingreso por licencias                                                                     |
| Agostini y Johnes (2009)        | 184 universidades en R.U. e Italia      | DEA                                                                             | Actividades de transferencia de tecnología universitaria (UITT)                            | Total de recursos financieros<br>Número total de empleados y profesores<br>Estudiantes de doctorado                                                                                | Número de estudiantes graduados<br>Número de becas externas<br>Número de acuerdos de I+D patrocinados                 |
| Zhang et al. (2011)             | 59 institutos de investigación en China | DEA                                                                             | Actividades de transferencia de tecnología universitaria                                   | Gasto de apoyo para I +D<br>Personal <i>Staff</i><br>Equipo para Ciencia                                                                                                           | Número de alumnos postgraduados en entrenamiento<br>Citas                                                             |

|                                 |                                                         |                                                                               |                                                                                |                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                                         |                                                                               | (UITT)                                                                         | y Tecnología                                                                                                                                                                          | Artículos Internacionales                                                                                                                                               |
| Ali y Ahmad (2013)              | 18 Facultades en Universidad de Qassim (Arabia Saudita) | DEA                                                                           | Actividades de transferencia de tecnología universitaria (UITT)                | Estudiantes <i>Staff</i> tiempo completo                                                                                                                                              | Número de Bachilleres graduados<br>Número de Investigadores                                                                                                             |
| Monteiro. (2013)                | 18 universidades de Portugal                            | DEA                                                                           | Oficinas de transferencia de tecnología (OTTs)                                 | Staff en la OTT<br>Gastos de la OTT                                                                                                                                                   | Notificaciones Inv.<br>Aplicaciones de Patentes<br>num. spin offs<br>Acuerdos I+D                                                                                       |
| Altamirano_Corro et al., (2014) | 51 Facultades de Ingeniería en México                   | DEA y RNA                                                                     | Actividades de transferencia de tecnología y conocimiento universitaria (UITT) | Profesores con posgrado y SNI<br>Num. Cuerpos Académicos consolidados                                                                                                                 | Programas acreditados<br>Programas posgrado<br>Capacidades académicas                                                                                                   |
| Rossi (2014)                    | 80 universidades en el Reino Unido                      | DEA y análisis de Regresión                                                   | Oficinas de transferencia de tecnología (OTTs) y Universidades                 | Becas para Investigación<br>Staff en TT<br>Staff en ciencias naturales y medicina<br>Staff en ingeniería y técnica<br>Staff en cs sociales y negocios<br>Staff en artes y humanidades | Num. Notificación de Inventos<br>Num. contratos de consultoría<br>Num. Contratos de Investigación<br>Días para desarrollo y capacitación<br>Eventos académicos públicos |
| Tseng et al., (2014)            | 20 grandes universidades en EE UU                       | Ponderación en base a 6 factores y corrección de efectividad de patentamiento | Oficinas de transferencia de tecnología (OTTs)                                 | Ingresos TTO<br>Notificaciones de inventos<br>No. Aplic. Pats.<br>No. Pats. otorgadas<br>No. Licencias<br>No. Start ups.                                                              | Dos Indicadores ponderados:<br>OPM y PCR                                                                                                                                |
| Curi et al. (2015)              | 30 universidades en Francia                             | DEA                                                                           | Oficinas de transferencia de tecnología (OTTs)                                 | Empleados TC<br>Num. Publicaciones<br>Nivel Intensidad I+D                                                                                                                            | Aplicación y extensión de patentes<br>Software copyrights                                                                                                               |

Fuente: elaboración propia

Thursby Kemp (2002) utilizan el método DEA con el enfoque Malmquist, con el fin de rastrear el cambio de la productividad total de factores en 112 unidades de TT en EE UU en el período 1991-1996. Estos autores utilizan como variables de entrada, el tamaño de la OTT y el ingreso para financiación federal en I+D por área de ciencia; y como variables de salida, ingresos de financiación de la industria, número de licencias, regalías por licencias, número de notificaciones y aplicaciones por patente. Por su parte, Thursby y Thursby (2002) aplicaron un modelo DEA en tres etapas a 64 universidades, evaluando en cada fase las variables de entrada (*input*) que contribuyen al crecimiento de las variables de salida (*output*). Anderson et al. (2007) evaluaron 57 universidades durante el año 2004. Estos autores utilizaron los gastos en investigación como variable de entrada (*input*), y los ingresos por licencias, el número de licencias, número de opciones ejecutadas, el número de start-up, y las patentes aplicadas y otorgadas con ajustes de ponderación como variables

de salida (*output*). Los resultados sugieren que los ingresos de licencias totales en 54 de las 57 universidades analizadas se podrían incrementar por 659 millones de dólares mejorando sus índices de eficiencia.

Existe un estudio representativo que usa SFE evaluando la eficiencia en TT en 89 universidades en EEUU entre 1991 y 1996 (Siegel et al. 2003). Este estudio utiliza los ingresos por licencias como variable dependiente y tres variables independientes: (a) divulgaciones de invenciones, (b) el número de personal de la OTT y (c) monto en gasto legal asociado a patentes. En otro estudio elaborado por Siegel et al. (2008), utilizando SFE se evalúan 120 OTTs en el Reino Unido y EEUU, corroborando una menor eficiencia en universidades del Reino Unido con respecto a las de EEUU.

Por último, algunos estudios buscan aprovechar los beneficios complementarios de los dos enfoques anteriores. Así, Chapple et al. (2005) aplicaron ambos métodos para evaluar el número de licencias en 98 universidades en el Reino Unido, estimando un nivel de eficiencia entre el 26% al 29% utilizando SFE, y un rango de entre el 15% al 35% al usar el método DEA. Lo anterior, implica un margen significativo de potencial productivo para alcanzar la frontera técnica. En tanto, Glass et al. (2006) también evaluaron el desempeño relativo de la transferencia de tecnología en universidades del Reino Unido utilizando tanto SFE y la DEA. Desarrollaron un modelo de dos etapas. En la etapa uno, utilizaron DEA para la evaluación inicial de la eficiencia e identificaron factores de ineficiencia ligados a efectos ambientales y de gestión; en tanto que en la fase dos, identificaron el ruido estadístico.

La mayoría de estudios que miden la eficiencia de la transferencia de tecnología se refieren a universidades de EE UU. Thursby y Kemp (2002), Thursby y Thursby (2002) y Anderson et al. (2007) utilizan DEA para medir la eficiencia en cada universidad; por su parte, Siegel et al. (2003) aplica el método SFE para estudiar los factores que influyen en el rendimiento a nivel del conjunto global de las universidades observadas. Thursby y Kemp (2002) identificaron 54 universidades eficientes de un total de 81 universidades, las cuales representan el 67%. Este estudio encontró variaciones positivas en las eficiencias durante el período 1991-1996. La eficiencia mostró un crecimiento promedio del 7,9% anual, que podría dividirse en un 0,4% de universidades que lograron mejorar su productividad y un 7,5% producto de la expansión de la frontera de eficiencia. Por otra parte, Anderson et al. (2007) encontró solamente 7 universidades eficientes entre 54, equivalentes al 13%. Ambos estudios utilizaron el método VRS (retornos a escala variables). Cuatro

universidades: *Brigham Young University*, *California Institute of Technology*, Instituto de Tecnología de Georgia, y el Instituto Tecnológico de Massachusetts fueron identificados como eficientes por ambos estudios.

La principal diferencia en estos estudios de medición de la eficiencia en la transferencia de tecnología universitaria y las oficinas de transferencia de tecnología radica en el uso como *input* o *output* de algunas variables. Por ejemplo, mientras la mayoría de los estudios utilizan los ingresos para investigación como variable *input*, Glass (2006) la identifica como variable *output*. Por otra parte, Thursby y Kemp (2002), establecen el número de divulgaciones de invenciones como variable de salida – *output* – para evaluar la eficiencia de la transferencia de tecnología de las universidades, mientras que dos estudios, Siegel et al. (2003) y Chapple et al. (2005) la definen como una variable de entrada – *input* – para medir la eficiencia de la oficina de transferencia de tecnología universitaria. La razón se encuentra en el proceso que conlleva a la divulgación de una invención por parte de la facultad, y el papel de la oficina de transferencia de tecnología de la universidad.

Estas OTT's coadyuvan a fomentar la participación de los científicos en su decisión por divulgar nuevos descubrimientos, pero al fin de cuentas, son las facultades universitarias las que tienen la potestad de aprobar si la divulgación será compartida o no. Es solamente hasta que la divulgación es revelada que inicia el trabajo de la OTT. Así, las responsabilidades de OTT son evaluar y valorar la divulgación, proteger intelectualmente a las tecnologías aplicando por registro de patentes; vender contratos de licencia para la industria, recolectar las regalías y hacer cumplir los acuerdos contractuales con los titulares de licencias. Por lo tanto, la divulgación es una variable de entrada cuando el objetivo del modelo es medir la eficiencia de la OTT (Siegel et al., 2004). Por otro lado, la divulgación debe considerarse como una variable de salida en el modelo de la medición de la eficiencia de la actividad de transferencia en la universidad (UITT).

Por otro lado, Anderson et al (2007), resalta la importancia de los estudios comparativos sobre los índices de eficiencia de las universidades de EE UU con respecto a sus similares de Canadá, Europa o Asia para determinar fuentes de ventajas tecnológicas en diferentes geografías. Este autor anticipa similitudes y discrepancias que universidades de EEUU poseen con otras IES en diferentes regiones geográficas. Asimismo, un grupo de países menos desarrollados en materia de TTU han emprendido también estudios comparativos para evaluar la productividad y eficiencia de las IES. Por ejemplo, Agostini y Johnes (2009) analizaron los niveles de eficiencia de universidades en el Reino Unido e Italia,

encontrando niveles superiores de productividad en el primer país – 0.82 vs. 0.70 – durante los periodos 2002-2003 y 2004-2005. Sin embargo, también hallaron que las universidades italianas mejoraban su desempeño técnico acercándose a la frontera de eficiencia de manera más sistemática durante el período que sus contrapartes inglesas.

En otro estudio internacional, Zhang et al., (2011) evalúan los niveles de eficiencia en 59 institutos de investigación en China utilizando el método DEA. Utilizando como variables de entrada el gasto para I+D, tamaño del staff y equipo para ciencia, y como variables de salida, el número de alumnos posgraduados, las citas y el número de artículos publicados internacionales. Este estudio concluye que existen incrementos anuales de productividad del 12.5% entre 1998 y 2005. Por otra parte, Ali y Ahmad (2013) utilizando la misma metodología miden el nivel de eficiencia de 18 facultades en la universidad de Qassim en Arabia Saudita, señalando que el nivel de eficiencia alcanza en promedio 68%, y donde solo 3 facultades llegan al nivel máximo de frontera. En Portugal, Monteiro (2013) analiza 18 OTTs entre 2007 y 2011, indicando que la productividad crece en etapas tempranas de la TT, v.g. notificación de inventos y aplicaciones por patentes, sin embargo, disminuye en etapas avanzadas, es decir creación de *spin offs* o nuevos acuerdos para I+D. Finalmente, países desarrollados, pero que recién inician sus procesos formales en TTU, también se han abocado en medir la eficiencia de sus OTTs. Así, en un estudio en Francia, Curi et al. (2015) encontró que si bien en promedio las OTTs en este país han incrementado su productividad en el corto plazo, OTTs recién creadas en contextos de escuelas de medicina y hospitales muestran niveles negativos de eficiencia.

En México, a pesar de que los estudios para medir la eficiencia de las universidades es limitado (Güemes-Castorena, 2008), un reciente trabajo combinando la metodología DEA con la de redes neuronales artificiales (RNA) evalúa a 51 facultades de ingeniería en México en el período 2003 a 2008. El estudio destaca una gran dispersión entre las unidades más eficientes que alcanzan un 97% y las menos eficientes que logran tan solo 15% (Altamirano-Corro et al., 2014).

En los últimos años, nuevos enfoques se han llevado a cabo para medir las productividades y eficiencia. Así Rossi (2014) ha incorporado nuevas variables de salida para ampliar los resultados de la TTU, incluyendo contratos de consultoría, días para desarrollo y capacitación, y eventos académicos públicos. Por su parte, Tseng (2014) construye un índice ponderado basado en seis variables de entrada, tales como los ingresos

de la OTT, las notificaciones de inventos, el número de aplicación y otorgamiento de patentes, y el número de licencias y *start ups* creadas.

En resumen y siguiendo los principales trabajos teóricos aquí enumerados, se han elegido como variables *input* de nuestro modelo a los gastos de investigación para I+D (Thursby y Kemp, 2002; Thursby y Thurby, 2002; Chapple et al., 2005; Anderson et al., 2007; Siegel et al., 2008), el número de empleados profesionales empleados en la OTT (Siegel et al., 2008; Zhang et al., 2011; Monteiro, 2013) y el gasto en propiedad intelectual (Siegel et al., 2003; Chapple et al., 2005; Siegel et al., 2008; Monteiro, 2013). En tanto que como variables *output* utilizamos el gasto privado para investigación y desarrollo y el número de acuerdos privados universidad-industria para investigación y desarrollo (Thursby y Thurby, 2002; Thursby y Kemp, 2002; Agostini y Johnes, 2009; Monteiro, 2013; Rossi, 2014). Cabe señalar que otras variables incluidas el número de notificaciones de inventos, y el número e ingreso por licencias fueron descartadas en nuestro modelo debido a los reportes poco sistemáticos y prácticamente nulos en México.

Por último, cabe señalar que las variables relacionadas con la calidad de la facultad como son la edad y tamaño de la oficina de transferencia, si bien son recursos asociados al nivel de capital humano y al grado de experiencia de la OTT que se espera estén altamente correlacionados con los productos de TT, estos efectos y sus relaciones son considerados como factores, no como variables de entrada o de salida en la construcción de modelos DEA.

## **4.3. METODOLOGÍA**

### **4.3.1. Muestra**

Los sujetos de este estudio son 21 OTTs y oficinas de vinculación industrial en las IES mexicanas. Es necesario señalar el retraso existente en México respecto a la creación de OTTs con respecto a otros países. Es a partir de la conformación de la red de OTTs impulsada por el CONACYT y Secretaría de Economía (SE) en el año de 2011, que las primeras oficinas certificadas se establecen en diferentes instituciones académicas, empresariales y gubernamentales en el país. Esto implica un retraso de más de 40 años respecto a las primeras OTTs fundadas en los EEUU a raíz del acta Bayh-Dole. De ahí que resulte problemático la recolección de variables que tradicionalmente han sido utilizadas en otros estudios empíricos sobre TT.

La fuente principal de nuestros datos se constituye a través de las solicitudes de información enviadas a 17 centros públicos de investigación adscritos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a 10 de las principales universidades públicas y privadas en México que realizan operaciones en TT. Estas solicitudes fueron realizadas a través del portal del Instituto Federal de Acceso a la Información (IFAI) durante los meses de marzo a mayo del 2014. Se obtuvieron respuestas completas en 21 IES, de las cuales el 62% poseía una OTT certificada por el CONACYT.

Una segunda fuente de información la conforma la base de datos solicitada al CONACYT sobre el programa de estímulos a la innovación (PEI) para los años 2012 y 2013, la cual cumplimentó la información sobre el número y cantidad total de acuerdos de I+D+i entre la industria e instituciones académicas. Cabe señalar que el PEI se conforma por tres programas denominados Innovatec, Innovapyme y Proinnova, los cuales aglutinan la principal fuente de recursos destinados a proyectos de innovación en el país. Una tercera fuente de información proviene del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), oficina a la que se le solicitó por medio del IFAI, el monto total de gastos expedidos por institución académica para la solicitud, revisión, otorgamiento y mantenimiento de patentes. Finalmente la información concerniente al PIB y el indicador de intensidad en I+D por entidad federativa fueron extraídos a partir de la página del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). La tabla 4.3 recoge las estadísticas descriptivas de los datos para el análisis DEA y SFE.

#### **4.3.2. Medición de las variables**

En la encuesta solicitada se obtuvieron datos por cada IES y/o CPIs de: (1) el gasto privado en I+D en millones de pesos corrientes, el cual es transformado en su logaritmo natural; (2) el número de contratos entre empresas privadas y universidades; (3) el gasto público en I+D en millones de pesos corrientes, el cual es transformado en su logaritmo natural; (4) el gasto en propiedad intelectual por las unidades de TT en millones de pesos corrientes, el cual es transformado en su logaritmo natural ; (5) el tamaño por número de empleados especializados de las OTTs ; (6) la información sobre si la institución cuenta con escuela de medicina; y (7) el grado de intensidad regional en I+D medido por grado de inventos regionales por entidad federativa sobre el total nacional –.

Finalmente, siguiendo a Siegel et al. (2003) se establecen una serie de factores internos (organizativos) y externos (del entorno) que se identifican como variables de control y de medición para el modelo de ineficiencia técnica equivalentes al grado de intensidad en I+D, el porcentaje del PIB regional, la condición pública o privada de la IES, y la existencia o no de escuela de medicina en la institución académica (Siegel et al. 2003; Chapple et al. 2005).

#### **4.3.3. Diseño de los modelos econométricos**

Para realizar el análisis se establece el diseño de dos modelos complementarios buscando incorporar el conjunto de variables explicativas seleccionadas de los mecanismos de transferencia de tecnología, los cuales incluyen un conjunto de variables institucionales y organizacionales internas – *input*–, y de resultados –*output*–. De este modo se estima la productividad relativa de las unidades de transferencia de tecnología universidad-industria (UITT). Así, este estudio se enfoca en el método de estimación de frontera estocástica (SFE) desarrollado por Aigner et al. (1977) y Meeusen y Van den Broeck (1977), complementado por el método DEA. A continuación se describe con mayor detalle cada método.

DEA es un método de análisis de frontera a partir de estadística no paramétrica, el cual fue originalmente diseñado para medir no solamente el desempeño financiero de organizaciones, sino para incluir otros elementos cuantitativos y cualitativos de los insumos (*inputs*) y productos (*outputs*) que están relacionados con la eficiencia (Charnes, Cooper y Rhodes, 1978). El método DEA ha sido utilizado para medir el desempeño y eficiencia de indicadores operativos en unidades productivas que van desde pequeñas comunidades (Marshall y Shortle, 2005), hasta países y naciones (Golany y Thore, 1997). DEA utiliza algoritmos de programación lineal para crear una *frontera* de unidades eficientes, la cual “envuelve” a otras unidades relativamente menos eficientes.

Una de las principales ventajas del método DEA es que permite la ausencia de una especificación formal de una relación funcional entre los *inputs* y *outputs*. Asimismo, DEA permite utilizar una amplia variedad de entradas y salidas sin asignarles un juicio de valor a priori a los costos y precios sombra de estos inputs y outputs (Charnes et al, 1994). La formulación DEA evalúa la eficiencia relativa de una unidad productiva al estimar para cada unidad la medición de outputs ponderados sobre inputs ponderados. Existen diversos

variantes de los programas DEA. El modelo básico para estimar la frontera con rendimientos constantes a escala (CRS) y orientación output puede formularse a través de la solución a la siguiente expresión matemática:

$$\min \frac{\sum_{m=1}^M v_m x_{mi}}{\sum_{s=1}^S \mu_s y_{si}} \quad (1)$$

s.a.

$$\min \frac{\sum_{m=1}^M v_m x_{mj}}{\sum_{s=1}^S \mu_s y_{sj}} \geq 1, \quad \forall j$$

$$\mu_s, v_m \geq 0, \quad \forall s, m$$

donde

$x_{im}$  es la cantidad consumida por la unidad productiva  $i$  del input  $m$

$y_{is}$  es la cantidad producida por la unidad productiva  $i$  del output  $s$

$v_m$  es el costo del input  $m$

$\mu_s$  es el precio del output  $s$

el modelo anterior suele simplificarse a través del siguiente programa lineal equivalente:

$$\min \sum_{m=1}^M v_m x_{mi} \quad (2)$$

s.a.

$$\sum_{s=1}^S \mu_s y_{si} = 1$$

$$\sum_{s=1}^S \mu_s y_{sj} - \sum_{m=1}^M v_m x_{jm} \leq 0, \quad \forall j$$

$$\mu_s, v_m \geq 0, \quad \forall s, m$$

El algoritmo anterior busca el conjunto de precios que minimizan el coste de producción de la unidad  $i$  con respecto al valor de su producto, sujeto a que el mínimo coste debe ser igual a 1. Si la unidad  $i$  es eficiente, el coste = 1; si es ineficiente, el coste es mayor a 1. El programa calcula los índices de eficiencia relativa de cada una de las unidades de la muestra. Los índices se presentan como su inverso para indicar el grado de ineficiencia de los valores inferiores a 1.

El modelo de rendimientos variables a escala (VRS) más realista incorpora un elemento adicional ó término independiente  $e_i$ , cuando  $e_i > 0$  implica que la función objetivo no pasa por el origen. Solamente si  $e_i$  asume el valor = 0, la función objetivo pasa por el origen y se asume CRS. De este modo el modelo VRS se expresa mediante:

$$\min \sum_{m=1}^M v_m x_{mi} + e_i \quad (3)$$

s.a.

$$\sum_{s=1}^S \mu_s y_{si} = 1$$

$$\sum_{s=1}^S \mu_s y_{sj} - \sum_{m=1}^M v_m x_{jm} - e_i \leq 0, \quad \forall j$$

$$\mu_s, v_m \geq 0, \quad \forall s, m$$

Una forma de medir las ineficiencias de escala producto de un tamaño inadecuado de la unidad productiva puede ser expresada mediante la siguiente razón:

$$ES = \frac{EF_{CRS}}{EF_{VRS}} \quad (4)$$

Asimismo, con el panel de datos se puede utilizar el análisis envolvente de datos como programa para medir el cambio de productividad en el tiempo. Fare et al. (1994) sugiere como una medida del factor Total de Productividad cambiar el medio geométrico de dos índices Malmquist, uno de los cuales se basa en la tecnología en período  $t$  y el otro en la tecnología en período  $t + 1$ , ó

$$m(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t)$$

$$= \left[ \frac{d^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d^t(x_t, y_t)} \quad X \quad \frac{d^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2}$$

$k = t$  o  $k = t + 1$ , las funciones de distancia  $d(\cdot)$  se definen como  $[d^k(x_k, y_k)]^{-1} = \max_{\emptyset, \lambda} \emptyset$  sujeto a

$$-\emptyset y_{i,k} + Y_k \lambda \geq 0$$

$$x_i - X \lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

y

$$[d^t(x_{t+1}, y_{t+1})]^{-1} = \max_{\emptyset, \lambda} \emptyset$$

sujeto a

$$-\emptyset y_{i,t+1} + Y_t \lambda \geq 0$$

$$x_{i,t+1} - X_t \lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

y

$$[d^{t+1}(x_t, y_t)]^{-1} = \max_{\emptyset, \lambda} \emptyset$$

sujeto a

$$-\emptyset y_{i,t} + Y_{t+1} \lambda \geq 0$$

$$x_{i,t} - X_{t+1} \lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0.$$

El segundo modelo denominado SFE genera una función de producción (o coste) de frontera con un término de error estocástico que consta de dos componentes: un error aleatorio convencional o “ruido blanco”, y un término que representa las desviaciones de la frontera, equivalente a la ineficiencia relativa. SFE suele contrastarse con el análisis envolvente de datos (DEA). En SFE, una función de producción se estima de la siguiente forma:  $y_i = X_i \beta + \varepsilon_i$  (5) donde el subíndice  $i$  denota la universidad  $i$ , y el producto,  $X$  el vector de insumos,  $\beta$  el vector de parámetros desconocidos, y  $\varepsilon$  es un término de error con dos componentes,  $\varepsilon_i = V_i - U_i$ , donde  $U_i$  representa un término de error no negativo para dar cuenta de la ineficiencia técnica, o el remanente necesario para producir un producto en

la frontera, dado el conjunto de los insumos utilizados, y  $V_i$  es un término de error simétrico aleatorio. El supuesto estándar (Aigner et al, 1977) es que  $U_i$  y  $V_i$  asumen las siguientes distribuciones:

$$U_i \sim \text{i.i.d. } N^+(0, \sigma^2_u), U_i \geq 0 \quad (6)$$

$$V_i \sim \text{i.i.d. } N(0, \sigma^2_v) \quad (7)$$

Es decir, se supone que el término de ineficiencia ( $U_i$ ) asume una distribución semi-normal, es decir, las universidades se establecen (1) "en la frontera", ó (2) por debajo de ella. Algunas variantes del modelo incluyen distribuciones truncadas a cero, exponenciales y gamma. Un parámetro importante en este modelo es  $\gamma = \sigma^2_u / (\sigma^2_v + \sigma^2_u)$ , la proporción del error estándar de la ineficiencia técnica respecto al error estándar de ruido estadístico, el cual está limitado entre 0 y 1. Cabe resaltar que  $\gamma = 0$  bajo la hipótesis nula de una ausencia de la ineficiencia, lo que significa que toda la varianza se puede atribuir a ruido estadístico. En los últimos años, se han desarrollado modelos SFE que permiten que el término de ineficiencia técnica pueda ser expresado como una función de un vector de variables ambientales y de organización. Esto es consistente con la idea de que las desviaciones de la frontera (que miden la ineficiencia relativa en las unidades de transferencia de tecnología) están relacionadas con factores institucionales y organizativos. El modelo asume que  $U_i$  se distribuyen de forma independiente con truncamientos en cero de  $N(m_i, \sigma^2_u)$  de distribución con  $m_i = Z_i\delta$  (8) en la que  $Z$  es un vector de variables ambientales, institucionales y organizacionales que de acuerdo a nuestra hipótesis influyen en la eficiencia y  $\delta$  es un vector de parámetros

En nuestro caso, se han utilizado los programas econométricos para ordenador LIMPDEP.10 y NLOGIT.5 y así poder estimar los parámetros de los vectores  $\beta$  y  $\delta$  a través del método de máxima verosimilitud (MV), y a partir de la estimación simultánea de la función de producción y la ecuación con los términos de ineficiencia. Sobre la base de estos valores de los parámetros, se calculan las estimaciones de productividad relativa. La especificación de la ecuación (5) se basa en el marco de la función de producción de conocimiento desarrollada por Griliches (1979), adaptada aquí al ingreso y número de contratos entre las universidades y la industria, como un proxy utilizado del producto (*outcome*) de la transferencia tecnológica entre universidad-empresa. Así, se establece una función producción *Cobb-Douglas* log-lineal de los ingresos/número de contratos con tres entradas (*inputs*):

$$\ln(\text{PRIVEXP}_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{PUBEXP}_i) + \beta_2 \ln(\text{PIEXP}_i) + \beta_3 \ln(\text{OTTSIZE}_i) + V_i - U_i \quad (9)$$

donde la variable PRIVEXP son los montos de gasto privado entre la industria y la academia anuales, PUBEXP el gasto total público en I + D + i anual, PIEXP el gasto en propiedad intelectual incluyendo solicitud, búsqueda y mantenimiento de patentes, OTTSIZE equivale al número de empleados especializados medios anuales en la OTT, con el término de ineficiencia técnica ( $U_i$ ) expresado como:

$$U_i = \delta_0 + \delta_k \text{ENV}_i + \delta_m \text{ORG}_i + \mu_i \quad (10)$$

Donde **ENV** y **ORG** son vectores de los factores ambientales y de organización, respectivamente, y  $\mu$  es el término de perturbación clásica. Sin embargo, hay una falta de medidas sistemáticas de **ORG** (Siegel et al., 2003). La ecuación estimada sólo contiene los siguientes factores ambientales / institucionales (**ENV**):

$$U_i = \delta_0 + \delta_{\text{MED}} \text{MED}_i + \delta_{\text{PUBLIC}} \text{PUBLIC}_i + \delta_{\text{INDRD}} \text{INDRD}_{ij} + \delta_{\text{INDOUT}} \text{INDOUT}_{ij} + \mu_i \quad (10a)$$

donde MED y PUBLIC son variables *dummy* que indican si la universidad tiene una facultad de medicina, y INDRD<sub>ij</sub> y INDOUT<sub>ij</sub> son índices de intensidad en I + D de la industria anual, y el crecimiento promedio de la producción real anual en el estado ( $j$ ) de la Universidad  $i$ , respectivamente, durante el período de la muestra 2012-2013.

**Tabla 4.2. Especificaciones de las funciones de producción en TT y determinantes de eficiencia relativa**

| Variables Output, Input y de eficiencia relativa                              | Modelos de función de producción |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---|---|---|
|                                                                               | 1                                | 2 | 3 | 4 |
| Variables dependientes o output:                                              |                                  |   |   |   |
| Gasto Privado I+D                                                             |                                  |   | ✓ | ✓ |
| Número de acuerdos I+D                                                        | ✓                                | ✓ |   |   |
| Variables independientes o input:                                             |                                  |   |   |   |
| - Gasto público para I+D                                                      | ✓                                | ✓ | ✓ | ✓ |
| - Gastos legales para PI                                                      | ✓                                | ✓ |   |   |
| Tamaño del personal especializado de la OTT                                   | ✓                                | ✓ | ✓ | ✓ |
| Modelo de ineficiencia                                                        |                                  |   |   |   |
| Dummy por existencia de escuela de medicina                                   |                                  | ✓ |   | ✓ |
| Índice de intensidad I+D basado en capacidad inventiva por entidad federativa |                                  | ✓ |   | ✓ |

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. RESULTADOS

La tabla 4.3 presenta la descripción estadística de nuestra muestra. Así es posible observar que la institución académica promedio genera 34 acuerdos de colaboración

patrocinada por la industria generando un ingreso de 48.4 millones de pesos (mdp), recibe un promedio de 176.5 mdp en apoyos federales para la investigación, emplea 4 especialistas en sus unidades de TT y eroga 98.2 mil pesos anuales en gastos legales de propiedad intelectual.

**Tabla 4.3. Estadísticas descriptivas de datos para análisis DEA y SFE**

| Variables                                                                            | Promedio    | Desviación Estándar | Mínimo    | Máximo      | Casos |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-----------|-------------|-------|
| Gasto Privado I+D                                                                    | 48,417,315  | 49,156,390          | 650,000.0 | 212,505,000 | 42    |
| Número de Acuerdos I+D entre Empresas Privadas e Instituciones de Educación Superior | 33.66667    | 38.33082            | 2.0       | 189.0       | 42    |
| Gasto Público en I+D                                                                 | 176,588,859 | 129,005,000         | 2,139,000 | 404,436,000 | 42    |
| Gasto en Propiedad Intelectual                                                       | 98,148.48   | 120,076.8           | 100.0     | 449,656.0   | 42    |
| Número de Empleados Especializados en OTT                                            | 3.666667    | 5.276116            | 0.0       | 25.0        | 42    |
| Dummy existencia de escuela de medicina                                              | 0.333       | 0.354               | 0         | 1           | 42    |
| Índice de Intensidad I+D por Entidad Federativa                                      | 7.771667    | 10.03221            | .01       | 33.05       | 42    |

Fuente: elaboración propia

Por otro lado, la matriz de coeficientes de correlación (tabla 4.4) muestra, como cabría esperar, elevados niveles entre las dos variables dependientes: gasto total privado en acuerdos academia-industria (LOGPRIVE) y número de acuerdos de I+D entre las empresas e IES (LOGCONTP) igual a 0.7378. También como cabría esperarse el coeficiente entre gasto en propiedad intelectual y el tamaño de la OTT muestra un moderado nivel de correlación del 0.458. El resto de las variables no muestran signos de alta asociación lineal.

**Tabla 4.4. Matriz de coeficientes de correlación**

|                                | Gasto Priv. I+D | Num. Contratos Univ-Ind | Gasto Púb. I+D | Gasto Prop Int | Staff OTT | Índice int. I+D |
|--------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|----------------|-----------|-----------------|
| <b>Gasto Priv. I+D</b>         | 1.00000         |                         |                |                |           |                 |
| <b>Num. Contratos Univ-Ind</b> | .73787          | 1.00000                 |                |                |           |                 |
| <b>Gasto Púb. I+D</b>          | .37037          | .14285                  | 1.00000        |                |           |                 |
| <b>Gasto Prop Int</b>          | .33858          | .36336                  | .17930         | 1.00000        |           |                 |
| <b>Staff OTT</b>               | .18844          | .12314                  | .01232         | .45891         | 1.00000   |                 |
| <b>Índice intensidad I+D</b>   | -.04559         | .12716                  | -.36074        | .06725         | .31439    | 1.00000         |

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.5 recoge los resultados de los modelos DEA. Como puede observarse, los datos arrojados por estos modelos presentan un alto grado de homogeneidad en la composición de los niveles de eficiencia en las unidades de TT en México. La función estimada tiene como variable *output* el logaritmo del gasto privado en I+D y como variables *input* el logaritmo del gasto público para I+D, el logaritmo del gasto institucional en PI y el tamaño por empleados especializados de la OTT. En el modelo calculado con

rendimientos constantes a escala se presenta un promedio de eficiencia de .86 con una desviación estándar del .075, un valor mínimo de 0.64 (INECC) y un máximo de 1.0 (CIDESI, CIMAT).

**Tabla 4.5. Resultados de modelos DEA**

| Institución                                                                                    | Año  | Índice de eficiencia DEA (CCR)<br>Rendimientos Constantes a Escala | Índice de eficiencia DEA (VCR)<br>Rendimientos Variables a Escala | Cambio en Eficiencia Técnica |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIADAC)                            | 2012 | .77276                                                             | .85717                                                            | 1.0389                       |
|                                                                                                | 2013 | .80440                                                             | .90244                                                            |                              |
| Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ)     | 2012 | .88989                                                             | .95440                                                            | 1.03266                      |
|                                                                                                | 2013 | .91895                                                             | .97876                                                            |                              |
| Centro de Tecnología Avanzada A.C. (CIATEQ)                                                    | 2012 | .87588                                                             | 1.00000                                                           | 1.01739                      |
|                                                                                                | 2013 | .89049                                                             | 1.00000                                                           |                              |
| Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste S.C. (CIBNOR)                                 | 2012 | .75872                                                             | .87388                                                            | 1.02364                      |
|                                                                                                | 2013 | .77666                                                             | .88646                                                            |                              |
| Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)                | 2012 | .78308                                                             | .88426                                                            | 0.921063                     |
|                                                                                                | 2013 | .72126                                                             | .80526                                                            |                              |
| Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY)                                     | 2012 | .80060                                                             | .88311                                                            | 0.98012                      |
|                                                                                                | 2013 | .78486                                                             | .87562                                                            |                              |
| Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)                                          | 2012 | 1.00000                                                            | 1.00000                                                           | 0.967738                     |
|                                                                                                | 2013 | .98622                                                             | .98622                                                            |                              |
| Centro de Investigación y Desarrollo en Electroquímica, S.C. (CIDETEQU)                        | 2012 | .85528                                                             | .92683                                                            | 0.958439                     |
|                                                                                                | 2013 | .82216                                                             | .92442                                                            |                              |
| Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C (CIMAVAL)                                 | 2012 | .83540                                                             | .94845                                                            | 1.00343                      |
|                                                                                                | 2013 | .83827                                                             | .95631                                                            |                              |
| Centro de Investigación en Matemáticas A.C. (CIMAT)                                            | 2012 | .98312                                                             | .99415                                                            | 1.01919                      |
|                                                                                                | 2013 | 1.00000                                                            | 1.00000                                                           |                              |
| Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV)                                    | 2012 | .85886                                                             | .99992                                                            | 1.0568                       |
|                                                                                                | 2013 | .90764                                                             | 1.00000                                                           |                              |
| Centro de Investigaciones en Óptica A.C. (CIOPTAQ)                                             | 2012 | .86640                                                             | .89669                                                            | 1.03898                      |
|                                                                                                | 2013 | .90018                                                             | .92769                                                            |                              |
| Centro De Investigación En Química Aplicada (CIQA)                                             | 2012 | .82348                                                             | .94238                                                            | 1.00366                      |
|                                                                                                | 2013 | .82649                                                             | .93995                                                            |                              |
| Colegio de Posgraduados (COLPOS)                                                               | 2012 | .93980                                                             | 1.00000                                                           | 0.964524                     |
|                                                                                                | 2013 | .91761                                                             | .97511                                                            |                              |
| Corporación Mexicana de Investigación en Materiales (COMIMSA)                                  | 2012 | .87040                                                             | .93957                                                            | 1.06298                      |
|                                                                                                | 2013 | .92522                                                             | .97652                                                            |                              |
| Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)                                | 2012 | .84810                                                             | .94345                                                            | 1.08238                      |
|                                                                                                | 2013 | .91797                                                             | .98936                                                            |                              |
| Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)                                      | 2012 | .64336                                                             | .71415                                                            | 1.24255                      |
|                                                                                                | 2013 | .79723                                                             | .79723                                                            |                              |
| Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación (INFOTEC) | 2012 | .93163                                                             | 1.00000                                                           | 0.885561                     |
|                                                                                                | 2013 | .83406                                                             | 1.00000                                                           |                              |
| Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT)                          | 2012 | .80829                                                             | .91446                                                            | 0.956827                     |
|                                                                                                | 2013 | .77339                                                             | .87415                                                            |                              |
| Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)                                                 | 2012 | .90104                                                             | .98408                                                            | 0.980224                     |
|                                                                                                | 2013 | .88322                                                             | .98200                                                            |                              |
| Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)                            | 2012 | .88867                                                             | .97727                                                            | 0.997723                     |
|                                                                                                | 2013 | .88664                                                             | .99689                                                            |                              |
| PROMEDIO TOTAL                                                                                 |      | .8583                                                              | .9383                                                             | 1.011                        |

En el modelo con rendimientos variables a escala, el promedio general de eficiencia aumenta a .938 con una desviación estándar de .065, en este caso el valor mínimo observado equivale a .714 (INECC) y las instituciones que se ubican en la frontera de eficiencia son el CIATEQ, CIDESI, CINVESTAV, CIMAT, e INFOTEC. Esto representa que el 23% del total se encuentran en niveles de eficiencia sobre la frontera. Al calcular el índice Malmquist que mide el cambio en la productividad total anual no se observó un cambio significativo entre 2012 y 2013, el cual representó tan solo 1.1% de incremento. Por otro lado al identificar el cambio en las unidades de eficiencia individual o progreso técnico por IES, se observan cambios significativos en instituciones tales como el INECC, la cual a pesar de ser la institución más ineficiente en la muestra, observó un cambio positivo del 24% entre 2012 y 2013. Finalmente al calcular la eficiencia de escala producto global nos arroja un índice del 91%.

En otro modelo calculado donde la variable *output* se representa como el logaritmo de número de contratos privados entre la industria y la academia el nivel de eficiencia global disminuye al 61% lo que implica niveles de ineficiencia promedio cercanos al 40%, con una desviación estándar del 22.5% y con una alta dispersión donde el valor mínimo igual a .13 nuevamente lo obtiene el INECC y el valor máximo de 1.0 lo alcanzan el CIDESI, CIMAT, y CINVESTAV.

Por otra parte, con base en los datos de la muestra se diseñó el modelo complementario estocástico de frontera (SFE) con la variable dependiente logaritmo del gasto total privado para I+D (LOGPRIVE). Este modelo fue primeramente contrastado con un modelo translog, el cual fue rechazado al aceptarse la hipótesis nula de que el modelo *Cobb Douglas* era más adecuado<sup>21</sup>. Los resultados del modelo SFE con una distribución en la parte de ineficiencia normal truncada a cero se presentan en la tabla 4.6.

Los resultados muestran un valor de sigma ( $u$ )=.58 y un valor de gamma cercano a la unidad, lo que implica el rechazo de la hipótesis nula ( $H_0=0$ ) de que existe ausencia de ineficiencia. En el modelo se puede observar que solo la variable logaritmo del gasto público en I+D es significativa a un nivel del 5%. Este indicador de elasticidad indica que un aumento del 1% del gasto público en I+D impactará en .48% en inversión privada en acuerdos universidad e industria. El modelo arroja un valor  $\chi^2$  de 35.2 por encima del

---

<sup>21</sup> El valor arrojado por el test con distribución  $\chi^2 = 6.31 < 16.27$  con 9 gdl al 5% de acuerdo las tabla 1 (Kodde y Palm, 1986).

valor crítico 14.3 al 99% que nos permite afirmar que el modelo SFE con el componente de ineficiencia es superior al modelo tradicional OLS.

**Tabla 4.6. Resultados del modelo estocástico de frontera (Normal truncado a cero)**

| Gasto Privado para I+D                                  | Coeficiente | Error estándar | Z    | Prob. $ z  > Z^*$ |
|---------------------------------------------------------|-------------|----------------|------|-------------------|
| Componente estocástico del modelo de frontera           |             |                |      |                   |
| Constante                                               | 3.92406**   | 1.87177        | 2.10 | .0360             |
| Gasto Público I+D                                       | .48759**    | .22142         | 2.20 | .0277             |
| Gasto en Prop Int                                       | .05461      | .14214         | .38  | .7008             |
| Tamaño OTT                                              | -.00214     | .00979         | -.22 | .8268             |
| Media de la distribución truncada                       |             |                |      |                   |
| Constante                                               | .16415      | .27555         | .60  | .5514             |
| Parámetros para componentes aleatorios de $e(i)$        |             |                |      |                   |
| $\ln\_sigmaU$                                           | .37892      | 15.31912       | .02  | .9803             |
| $\ln\_sigmaV$                                           | -6.96806    | 118.9063       | -.06 | .9533             |
| Heteroscedasticidad en la varianza de $u(i)$ truncadaca |             |                |      |                   |
| Publica o Privada                                       | -.56486     | 15.28020       | -.04 | .9705             |
| Esc. Medicina                                           | -2.77953    | 3.61667        | -.77 | .4422             |
| Intensidad I+D                                          | .00148      | .03862         | .04  | .9694             |

\*\*\*, \*\*, \* ==> Significatividad al 1%, 5%, 10% nivel.

Por otro lado no parece existir incidencia en el gasto en propiedad intelectual ni en el tamaño de la OTT en la especificación del modelo planteado. En lo que respecta al modelo de ineficiencia, si bien poseen los coeficientes esperados, tampoco parecen ser significativos. Es decir, el carácter público (la inmensa mayoría de las instituciones realizando TT), y el poseer una escuela de medicina deben impactar positivamente (signo negativo) sobre los gastos privados en I+D. La muestra recopila datos en aquellas IES que se localizan precisamente en entidades con altos niveles de inventiva y desarrollo, por lo que la variable  $I\_DINTEN$  no posee ningún efecto en el modelo. Finalmente, el promedio de la eficiencia técnica del modelo equivale a 0.66 (ver tabla 4.7), de esta manera, el modelo SFE puede compararse con el último modelo DEA, el cual se basa en la variable *output* logaritmo del número de contratos privados I+D donde el promedio de eficiencia alcanza un valor de 0.61.

#### 4.5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan los resultados de los niveles de eficiencia en unidades de transferencia de tecnología a través de análisis empírico paramétrico y no paramétrico. Dichos resultados señalan que existen un alto grado de homogeneidad en la eficiencia de unidades de TT en México, especialmente entre aquellas que han creado una OTT. La comparación entre los períodos 2012 a 2013 no parece mostrar ningún cambio en la productividad global de las unidades de TT.

El presente trabajo constituye una investigación seminal sobre la productividad relativa de las unidades de TT en México y establece una base para la medición sistemática y continua de estas organizaciones académicas. Al enfocarse en las unidades de TTU en México, este estudio va más allá de los realizados por Guëmes-Castorena (2008) y Antonio et al., (2012) que se enfocan solamente en el análisis de la productividad en universidades públicas. Asimismo, este estudio contrasta con el realizado por Altamirano-Corro et al., (2014) cuyo objetivo es evaluar facultades de ingeniería en México.

Aun cuando otros trabajos en Latinoamérica han señalado factores tipo *input* y *output* para determinar los niveles de eficiencia de la ciencia y tecnología (Agapitova et al., 2002), este estudio contribuye a una mejor comprensión de los determinantes de la eficiencia en las OTTs y las universidades en México, al diseñar un tipo de función de producción con insumos y productos no utilizados anteriormente en el país.

Algunos estudios en México han señalado la necesidad de establecer modelos adecuados para una eficiente TTU (Feria, 2011; Necochea et al., 2013), por tanto, este trabajo contribuye en la misma línea al recomendar la implantación de un sistema de evaluación y control para estos esquemas. Este trabajo asimismo contribuye para el diseño de futuras políticas en innovación y desarrollo tecnológico. Al señalar que diferentes niveles de intensidad en I+D regionales no parecen impactar en mayores niveles de TT, es posible deducir que una política orientada a fortalecer esquemas de especialización regional permita acceder a mayores niveles de eficiencia. Esto deberá ser relevante en la medida que otras regiones del país, tradicionalmente con mayor atraso tecnológico, se incorporen a los procesos de TT universitaria.

**Tabla 4.7. Índices de eficiencia con base en el modelo SFE con distribución media truncada a cero**

| <b>Institución</b>                                                                             | <b>Año</b> | <b>Grado de eficiencia</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------|
| Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIADAC)                            | 2012       | 0.365584                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.513756                   |
| Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ)     | 2012       | 0.738796                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.797906                   |
| Centro de Tecnología Avanzada A.C. (CIATEQ)                                                    | 2012       | 0.832947                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.857857                   |
| Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste S.C. (CIBNOR)                                 | 2012       | 0.438761                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.515201                   |
| Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)                | 2012       | 0.512721                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.292094                   |
| Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.(CICY)                                      | 2012       | 0.466077                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.438307                   |
| Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)                                          | 2012       | 0.823424                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.741688                   |
| Centro de Investigación y Desarrollo en Electroquímica, S.C. (CIDETEQ)                         | 2012       | 0.628729                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.626233                   |
| Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C (CIMAV)                                   | 2012       | 0.727797                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.747415                   |
| Centro de Investigación en Matemáticas A.C. (CIMAT)                                            | 2012       | 0.815556                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.826913                   |
| Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV)                                    | 2012       | 0.996725                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.996632                   |
| Centro de Investigaciones en Óptica A.C. (CIOPTAQ)                                             | 2012       | 0.544052                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.650843                   |
| Centro De Investigación En Química Aplicada(CIQA)                                              | 2012       | 0.692455                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.688779                   |
| Colegio de Posgraduados (COLPOS)                                                               | 2012       | 0.589001                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.782529                   |
| Corporación Mexicana de Investigación en Materiales (COMIMSA)                                  | 2012       | 0.699951                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.796116                   |
| Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)                                | 2012       | 0.711496                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.82582                    |
| Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)                                      | 2012       | 0.215406                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.232079                   |
| Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación (INFOTEC) | 2012       | 0.373272                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.29664                    |
| Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT)                          | 2012       | 0.593871                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.479829                   |
| Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)                                                 | 2012       | 0.996725                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.996632                   |
| Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)                            | 2012       | 0.986279                   |
|                                                                                                | 2013       | 0.986955                   |
| <b>PROMEDIO TOTAL</b>                                                                          |            | <b>0.66</b>                |

Fuente: Elaboración propia

Una contribución adicional de este estudio es la determinación de parámetros de valores de insumos que los directivos de OTTs y universidades deben alcanzar para una eficiente TTU. Lo anterior es relevante para la planeación organizativa del gasto en

propiedad intelectual, el staff y personal especializado a contratar en OTTs, y la búsqueda de ingresos de financiación pública para I+D.

No obstante, este trabajo posee varias limitaciones. Por una parte, la restricción de la muestra a tan solo dos períodos de tiempo. Asimismo, el estudio no distingue los ingresos públicos ni privados por rama científica (Thursby y Kemp, 2002). Este análisis tampoco incorpora variables tales como estudiantes de postdoctorado o número de profesores realizando actividades de I+D, lo que, al parecer, ha sido muy relevante en los estudios sobre eficiencia de la TTU en países menos desarrollados (Agostini y Johnes, 2009; Zhang et al., 2009; Ali et al., 2013).

A partir de lo anterior, es de esperarse que en el futuro la incorporación de este tipo de variables en nuevos análisis permita enriquecer los resultados de este estudio. El establecimiento de nuevas unidades de eficiencia relativa (*benchmarking*) podrían señalar los verdaderos niveles de competitividad que poseen las IES y CPIs mexicanas en un contexto supranacional en materia de transferencia tecnológica. Mientras que a nivel local, la incorporación de nuevas OTTs regionales y especializadas conlleven a un mayor nivel de dispersión en los niveles de eficiencia, será necesario verificar si la heterogeneidad observada en otros países también ocurre en México (Chapple et al., 2005). Asimismo, futuros trabajos podrían contemplar la comparación en el desempeño de unidades de TT con otras OTTs empresariales y gubernamentales. Finalmente, se ha afirmado que con la notable excepción del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), las universidades privadas en México escasamente están participando en dinámicas de TT, de allí la importancia de que futuros análisis evalúen el desempeño productivo de este tipo de instituciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abrahms, I., Leung, G., Stevens, A., (2009). How U.S. Technology Transfer Offices Tasked and Motivated are— Is It All about the Money? *Research Management Review*, 17(1), 1-34.
- Albornoz, O. (1997). La cuestión de la productividad, rendimiento y competitividad académica del personal docente y de investigación en América Latina y el Caribe. *La educación superior en el siglo XXI. Una visión de América Latina y el Caribe*, 1. Mimeo.
- Ali, A., Ahmad, B. (2013). Evaluating the efficiency of faculties in Qassim university. Using data envelopment analysis. In: Banker R., Emrouznejad, A., Bal, H., Alp, I., Ali. M. (2013). *Data Envelopment Analysis and Performance Measurement*. Samsun, Turkey: Proceedings of the 11th International Conference of DEA, June.
- Agapitova, N., Holm-Nielsen, L., Vukmirovic, O. G. (2002). *The evolution of science & technology: Latin America and the Caribbean in comparative perspective*. Washington, DC: World Bank; Latin America and the Caribbean Regional Office.
- Agarwal, R., Shah, S. (2014). Knowledge sources of entrepreneurship: Firm formation by academic, user and employee innovators. *Research Policy*, 43, 1109-1133.
- Agasisti, T.; Johnes, G. (2009). Beyond frontiers: comparing the efficiency of higher education decision-making units across more than one country. *Education Economics*, 17, 59-79.
- Aigner, D., Lovell, C. A. K., Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, 6, 21-37.
- Altamirano-Corro, A., Peniche-Vera, R. D. R. (2014). Metodología AED-RNA para la estimación de la eficiencia institucional: El caso de las dependencias de educación superior (DES) de ingeniería de México. *Nova scientia*, 6(12), 356-378.
- Anderson, T., Daim, T., Lavoie, F. (2007). Measuring the efficiency of university technology transfer. *Technovation*, 27, 306-318.
- Antonio, A. C., Domingo, G. M., Humberto, B. O., Alvaro, L. L., Alvaro, L. R., Del Rocío, P. V. R. (2012). Measuring the institutional efficiency using data envelopment

- analysis and analytic hierarchy process: The case of a Mexican University. *African Journal of Business Management*, 6(50), 11923-11930.
- Becerril-Torres, O. U., Álvarez-Ayuso, I. C., Nava-Rogel, R. M. (2012). Frontera tecnológica y eficiencia técnica de la educación superior en México. *Revista mexicana de investigación educativa*, 17(54), 793-816.
- Bok, Derek. (2003). *Universities in the Marketplace: the Commercialization of Higher Education*. New Jersey: Princeton University Press.
- Bonaccorsi, A., Dario, C. (2004), Econometric approaches to the analysis of productivity of R&D systems. In: Moed, H., Glanzel, W., Schmoch, U. (Eds). *Handbook of Quantitative Science and Technology Research: The Use of Publication and Patent Statistics in Studies of S&T Systems*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publisher, 51-74.
- Cáceres, H., Kristjanpoller, W., Tabilo, J. (2014). Analysis of Technical Efficiency and its Relation with Performance Evaluation Results in a Chilean University. *Innovar*, 24(54), 199-217.
- Chapple, W., Lockett, A., Siegel, D., Wright, M. (2005). Assessing the relative performance of U.K. university technology transfer offices: parametric and non-parametric evidence. *Research Policy*, 34, 369-384.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. (1978). Measuring the Inefficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research* 2(6), 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A., Seiford, L. (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*. Boston: Kluwer Academic Press.
- Cobert A., Levary, R., Shaner, M. C. (2000). Determining the relative efficiency of MBA programs using DEA. *European Journal of Operational Research*, 125, 656-669.
- CONACYT (2013). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018*. México: CONACYT.
- Curi, C., Daraio, C., Llerena, P. (2015). The productivity of French technology transfer offices after government reforms. *Applied Economics*, 47(28), 3008-3019.
- Debackere, K., Veugelers, R. (2005). The role of academic technology transfer organizations in improving industry science links. *Research Policy*, 35, 321-342.

- Deutsch, J., Dumas, A., Silber, J. (2013). Estimating an educational production function for five countries of Latin America on the basis of the PISA data. *Economics of Education Review*, 36, 245-262.
- Di Gregorio, D., and Shane, S. (2003). Why do some universities generate more start-ups than others? *Research Policy*, 32, 209-227.
- Feria, V., Hidalgo, A. (2011). Towards a transfer model of scientific and technological knowledge: the case of Mexico. In: *Proceedings of the 20th IAMOT Conference. Miami*.
- Fitzgerald, C., Cunningham, J. A. (2015). Inside the university technology transfer office: mission statement analysis. *The Journal of Technology Transfer*, 40, 1-12.
- Glass, J.C., McCallion, G., McKillop, D., Stringer, K. (2006). A ‘technically level playing field’ profit efficiency analysis of enforced competition between publicly funded institutions. *European Economic Review*, 50, 1601-26.
- Golany, B., Thore, S. (1997). Restricted Best Practices Selection in DEA: An Overview with a Case Study Evaluating the Socio-Economic Performance of Nations. *Annals of Operations Research* 73(1), 117–140.
- Grilliches, Z. (1979), Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth, *The Bell Journal of Economics*, 10, 92–116.
- Guerrero, M., Cunningham, J. A., Urbano, D. (2015). Economic impact of entrepreneurial universities’ activities: An exploratory study of the United Kingdom. *Research Policy*, 44(3), 748-764.
- Güemes-Castorena, D. (2008). *A DEA Decision Making Model for Higher Education Funding. The Case of Mexico’s Public State Universities*. Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller Pub.
- Heher, A. D. (2005). Implications for technology Transfer Benchmarks for Developing Countries. *International Journal of Technology Management and Sustainable Development*, 4(3), 207-225.
- Heher A.D. (2006) Return on Investment in Innovation: Implications for Institutions and National Agencies. *The Journal of Technology Transfer*, 31, 403-414.

- Kodde, D., Palm, F. (1986). Wald criteria for jointly testing equality and inequality restrictions. *Econometrica*, 54(5), 1243-1248.
- Lach, S., Schankerman, M. (2004). Royalty sharing and technology licensing in universities. *Journal of European Economic Association*, 2(2/3), 252–264.
- Leitner, K., Prikozovits, J., Schaffhauser-Linzatti, M., Stowasser, R., Wagner, K. (2007). The impact of size and specialization on universities' department performance: a DEA analysis applied to Austrian universities. *Higher Education*, 53, 517-538.
- Lerner, J. (2005). The University and the startup: Lesson from the past two decades. *The Journal of Technology Transfer*, 30(1-2), 49-56.
- Link, A. N., Scott, J. T. (2005). Opening the ivory tower's door: An analysis of the determinants of the formation of U.S. university spin-off companies. *Research Policy*, 34, 1106-1112.
- Marshall, E., Shortle, J. (2005). Using DEA and VEA to Evaluate Quality of Life in the Mid-Atlantic States. *Agricultural and Resource Economics Review*, 34(2), 185-203.
- McMillan, M. L., Chan, W. H. (2006). University efficiency: A comparison and consolidation of results from stochastic and non-stochastic methods, *Education Economics*, 14, 1-30.
- Meeusen, W., Van Den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review*, 18, 435.
- Monteiro, A. (2013). *The Efficiency of Portuguese Techonology Transfer Offices and the Importance of Universities Characteristics*. Master Thesis. Universidade do Porto.
- Mowery, D., Nelson, R., Sampat, B., Ziedonis, A. (2015). *Ivory tower and industrial innovation: University-industry technology transfer before and after the Bayh-Dole Act*. Palo Alto, CA: Stanford University Press.
- Necoechea-Mondragón, H., Pineda-Domínguez, D., Soto-Flores, R. (2013). A Conceptual Model of Technology Transfer for Public Universities in Mexico. *Journal of Technology Management & Innovation*, 8(4), 24-35.
- O'Kane, C., Mangematin, V., Geoghegan, W., Fitzgerald, C., (2015). University technology transfer offices: The search for identity to build legitimacy. *Research Policy*, 44, 421-437.

- O'Shea, R., Allen, T. J., Chevalier, A., Roche, F. (2005). Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of U.S. universities. *Research Policy*, 34, 994-1009.
- Reichmann, G. (2004). Measuring university library efficiency using data envelopment analysis. *Libri*, 54, 136-146.
- Rogers, E., Yin, J., Hoffman, J. (2000). Assessing the effectiveness of Technology Transfer Offices at US Research Universities. *Journal of the Association of University Technology Managers*, 12, 47-80.
- Rossi, F. (2014). The efficiency of universities' knowledge transfer activities: A multi-output approach beyond patenting and licensing. CIMR Working Papers. No. 16. University of London.
- Saxenian, A. L. (1996). *Regional Advantage: culture and competition in Silicon Valley and Route 128*. Boston: Harvard University Press.
- Shane, S. (2004a). *Academic Entrepreneurship; University Spinoffs and Wealth Creation*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Shane, S. (2004b). Encouraging university entrepreneurship? The effect of the Bayh-Dole Act on university patenting in the United States. *Journal of Business Venturing*, 19(1), 127-151.
- Siegel, D.S., Waldman, D., Link, A. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an exploratory study. *Research Policy*, 32, 27-48.
- Siegel, D.S., Phan, P.H., (2004.) Analyzing the Effectiveness of University Technology Transfer: Implications for Entrepreneurship Education. Working Paper No. 0426. Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY.
- Siegel, D., Wright, M., Chapple, W., Lockett, A. (2008). Assessing the relative performance of University Technology Transfer in the US and UK: A Stochastic Distance Function Approach. *Economics of Innovation and New Technology*, 17(7-8), 717-729.
- Stephan, Paula, (2012). *How Economics Shapes Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Thursby, J. G., Jensen, R., Thursby, M. C. (2001). Objectives, Characteristics and Outcomes of University Licensing: A Survey of Major U.S. Universities. *Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), 59-72.
- Thursby, J. G., Kemp S. (2002). Growth and productive efficiency of university intellectual property licensing. *Research Policy*, 31, 109-124.
- Thursby, J. G., Thursby, M. C. (2002). Who is selling the Ivory Tower? Sources of Growth in University Licensing. *Management Science*, 48(1), 90-104.
- Trune D., Goslin L. (1998). University Technology transfer programs a profit/loss analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 57, 197-204.
- Tseng, A. A., Raudensky, M. (2014). Performance evaluations of technology transfer offices of major US research universities. *Journal of Technology Management & Innovation*, 9(1), 93-102.
- Valdez-Lafarga, C., Balderrama, J. I. L. (2015). Efficiency of Mexico's regional innovation systems: an evaluation applying data envelopment analysis (DEA). *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 7(1), 36-44.
- Worthington, C.; Lee, B. (2008). Efficiency, technology and productivity change in Australian universities, 1998-2003, *Economics of Education Review*, 27, 285-298.
- Wright, M., Birley, S., Mosey, S. (2004a). Entrepreneurship and University Technology Transfer. *Journal of Technology Transfer*, 29(3), 235-246.
- Wright, M.; Vohora, A., Lockett, A. (2004b). The Formation of High-Tech University Spinouts: The Role of Joint Ventures and Venture Capital Investors. *Journal of Technology Transfer*, 29, 3-4.
- Wright, M., Clarysse, B., Mustar, P., Lockett, A. (2007). *Academic entrepreneurship in Europe*. London: Edward Elgar.
- Zhang, D., Banker, R. D., Li, X., Liu, W. (2011). Performance impact of research policy at the Chinese Academy of Sciences. *Research Policy*, 40(6), 875-885.

## **ANEXO**



**Tabla A1**

**Literatura académica relacionada con la Divulgación del Invento**

| <b>Autor(es)</b>                                                  | <b>Enfoque Teórico</b>                                       | <b>Variables Independientes o covariables</b>                                                                                                            | <b>Variables Dependientes o covariables</b>                                      | <b>Variables de Control/Mediadoras</b>                                                                                                   | <b>Muestra</b>                                                     | <b>País</b> | <b>Sector</b>                                                 | <b>Técnica Estadística</b> | <b>Descubrimientos Clave</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bozeman (2000)                                                    | Teoría de política pública.                                  | Costo de oportunidad, impacto de mercado, desarrollo económico, capital humano, impacto político.                                                        | Efectividad de la transferencia tecnológica.                                     | Agente de la transferencia, medio de la transferencia, objeto de la transferencia, ambiente de la demanda, receptor de la transferencia. | N/D                                                                | E.U.A.      | N/D                                                           | Descriptivo, Teórico       | La mayor parte del financiación para la I&D es aportada por el gobierno federal, aunque la colaboración universidad-empresa va en aumento. Elementos como el costo de oportunidad, impactos económicos, políticos y humanos deben considerarse al evaluar la efectividad de la TT                                                                |
| Feldman and Desrochers (2003)                                     | Teoría del desarrollo local, espíritu empresarial académico. | Gastos totales en investigación, regalías ajustadas obtenidas, número de licencias, <i>start ups</i> creadas, tasa de invención y regalías por licencia. | Impacto sobre el desarrollo local y efectividad de la transferencia tecnológica. | N/D                                                                                                                                      | Estudio de caso sobre la historia de la Universidad Johns Hopkins. | E.U.A.      | N/D                                                           | N/D                        | La estructura histórica y la misión de la Universidad pueden afectar en cómo aborda la cuestión de la transferencia de tecnología. Una universidad que históricamente no se ha preocupado por la mejora de la economía local o hacer equipo con industrias locales probablemente no se involucrará en una transferencia de tecnología eficiente. |
| Friedman and Silberman (2003)                                     | Teoría del desarrollo local, espíritu empresarial académico. | El índice de la calidad en la facultad, el número de departamentos, fondos federales de investigación y fondos industriales de investigación.            | Número de divulgación de invenciones.                                            | N/D                                                                                                                                      | 83 universidades.                                                  | E.U.A.      | N/D                                                           | Análisis de regresión.     | La Ley Bayh-Dole requiere que si un miembro de la facultad, estudiantes o personal universitario descubren un nuevo invento o tecnología que tenga potencial de comercialización, la obligación de divulgarla y notificarla a la OTT de su universidad.                                                                                          |
| Harmon, Ardishvili, Cardozo, Elder, Leuthold, and Parshall (1997) | Espíritu empresarial académico y teoría de la vinculación    | Tipo de relación entre la universidad y la industria.                                                                                                    | Tipo y tamaño de la tecnología transferida.                                      | N/D                                                                                                                                      | 36 compañías con vínculos con la universidad de Minnesota          | E.U.A.      | Software, video, dispositivos médicos, horticultura, farmacéu | N/D                        | El proceso de transferencia de tecnología es una secuencia lineal de pasos, desde el descubrimiento, divulgación, apropiación, desarrollo, negociación de la licencia, adaptación y uso del comprador privado.                                                                                                                                   |

|                                             |                                                                           |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                |                                                               |        |                                                                                    |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             | academia - industria.                                                     |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                | que adquirieron 39 diferentes tecnologías.                    |        | ticos y químicos.                                                                  |                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Jensen, Thursby, and Thursby (2003)         | Teoría de la agencia.                                                     | Número de universidades públicas, calidad de la facultad, regalías de ingreso de la facultad, porcentaje de prototipos disponibles, porcentaje de conceptos de prueba, importancia de la OTT.            | Número de divulgación de invenciones.                                                                                                | Existencia de escuela de medicina, proporción del apoyo de la investigación industrial sobre el apoyo de investigación federal.                | 62 universidades.                                             | E.U.A. | Ciencias, ingeniería y medicina.                                                   | Regresión Lineal (Probit).   | La forma y el tiempo en que el inventor divulga su invención es una función de equilibrio entre el ingreso por licencia y nivel de investigación patrocinada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Link, Siegel, and Bozeman (2007)            | Comercialización académica, <i>academic engagement</i> .                  | Género, posición en la universidad, estatus de financiación federal, años de estatus en la universidad, tiempo con financiación para investigación.                                                      | 1. Participación para transferir o comercializar tecnología, 2. Participación en publicaciones conjuntas, 3. Número de consultorías. | N/D                                                                                                                                            | 150 universidades de investigación en el período 2004 a 2005. | E.U.A. | Biología, computación, matemáticas, física, geología, química y otras ingenierías. | Regresión lineal (Probit).   | Los mecanismos de transferencia de tecnología formal generan instrumentos legales como patentes, licencias o derechos de autor. Un mecanismo de transferencia de tecnología informal facilita el flujo del conocimiento tecnológico a través de los procesos de comunicación informal, como es el caso de asistencia técnica, redes, consultoría e investigación colaborativa. Los incentivos universitarios requieren ser establecidos adecuadamente para mantener la estabilidad laboral de los miembros de la facultad involucrados en las actividades de transferencia de tecnología formal. |
| Markman, Gianiodis, Phan, and Balkin (2005) | Espíritu empresarial académico y teoría de la velocidad de la innovación. | Determinantes de la velocidad de innovación: 1. Impedimentos en etapas tempranas, 2. Impedimentos en etapas tardías, 3. Complejidad 4. Competencias de la OTT, 5. Grado de inicio de la innovación entre | Ingresos por licencia y creación de nuevas empresas.                                                                                 | Mediadoras: Tiempo de comercialización de todas las empresas y tiempo de comercialización de las nuevas empresas.<br><br>Variables de control: | 91 OTTs universitarias.                                       | E.U.A. | N/D                                                                                | Técnica de regresión lineal. | Las universidades dependen de contratos de trabajo y de un sistema de honor que requiere que la facultad divulgue, de manera oportuna, los descubrimientos a sus OTTs universitarias. Esto sugiere que (a) la divulgación y posteriores compromisos con el licenciataria dependen de la facultad quien se auto-selecciona en este proceso y (b) sólo un pequeño subconjunto de la población de investigación de la facultad participa activamente en el desarrollo del proyecto hasta su comercialización.                                                                                       |

|                                     |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                       |                                                                                                                                |                                                                                                             |        |                                         |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |                                                                                                     | inventores, OTT y empresas.                                                                                                                                                                                             |                                                                       | Experiencia y tamaño de la OTT, estructura de la OTT y OTTs públicas contra privadas.                                          |                                                                                                             |        |                                         |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Owen-Smith and Powell (2001)        | Teoría institucional y comercialización de la tecnología.                                           | Las variables se agrupan alrededor de los siguientes grupos: 1. Características institucionales, 2. Capacidades de investigación, 3. Capacidades de transferencia tecnológica, 4. Medidas de transferencia tecnológica. | Número de divulgación de invenciones.                                 | N/D                                                                                                                            | Dos tipos de universidades: 1. Una universidad privada elite (EPU), 2. Una universidad estatal mayor (BSU). | E.U.A. | Ciencias físicas y ciencias de la vida. | Estudios de caso                      | La percepción de los beneficios de la protección a través de una patente influirán en la decisión de la facultad para divulgar sus inventos. Mientras los inventores de las ciencias de la vida observan un mayor nivel de patentamiento para proteger sus tecnologías, los inventores de ciencias físicas lo hacen con fines de entablar relaciones con la industria. Los incentivos están influenciados por los costos percibidos de interactuar con las OTTs y por los entornos institucionales. |
| Siegel, Waldman, and Link (2003)    | Teoría de la organización, espíritu empresarial académico, vinculación universidad-industria (ISL). | Número de notificaciones de invenciones, número de miembros en el <i>staff</i> de las OTTs y el gasto legal en protección intelectual de las invenciones.                                                               | El número de acuerdos de licencias, ingreso anual por licencias.      | Existe una variable incorporada de ineficiencia técnica que está en función de un vector ambiental y un factor organizacional. | 80 de 89 instituciones elite de investigación.                                                              | E.U.A. | N/D                                     | Modelo estocástico de frontera (SFE). | La primera etapa del proceso de transferencia de tecnología es el descubrimiento científico, después del cual la Ley Bayh-Dole estipula que el científico debe presentar a la OTT una divulgación de la invención. El estudio señala que la productividad en licenciamiento está condicionado por factores organizacionales como el sistema de recompensas a la facultad, los conflictos culturales entre ciencia e industria y profesionalidad del staff en las OTTs.                              |
| Thursby, Jensen, and Thursby (2001) | Espíritu empresarial académico y comercialización universitaria.                                    | Calidad de la OTT, prueba de concepto, prototipo e invenciones notificadas.                                                                                                                                             | Regalías, investigación patrocinada, patentes y licencias ejecutadas. | Tamaño de la OTT y existencia de escuela de medicina y licencias en período anterior.                                          | 62 universidades en los Estados Unidos                                                                      | E.U.A. | N/D                                     | Modelo de regresión                   | La mayoría de las tecnologías licenciadas se encuentra en estado avanzado de desarrollo. El número de licencias ejecutadas va a la par que el número de contratos patrocinados por la industria. Ciertos campos, tales como medicina, TI, ingeniería y biotecnología son más propensos a tener divulgaciones de invención.                                                                                                                                                                          |

|                            |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |     |                                     |       |                                                     |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Thursby and Thursby (2002) | Espíritu emprendedor académico, comercialización universitaria. | Número de personas empleadas de tiempo completo en la OTT, el financiamiento federal en los últimos tres años, financiamiento de la industria en los últimos tres años. Tamaño de la facultad por áreas científicas y una función de probabilidad de la propensión de la facultad a notificar. | Número de notificaciones de divulgación de inventos. | N/D | 64 universidades en Estados Unidos. | E.U.A | Ciencias biológicas, ingeniería y ciencias físicas. | Técnica de programación no paramétrica para calcular la productividad total de factores (TFP). | La divulgación implica que la facultad proporcione a la OTT la información sobre la invención y los inventores, fuentes de financiamiento, potenciales licenciarios y barreras para potenciales patentes. Las divulgaciones de invenciones son una función del tamaño de la facultad, fondos de investigación, el número de tiempo completo del personal en la OTT, la propensión de la facultad para divulgar, y la probabilidad de desarrollar el descubrimiento. |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Tabla A2**

**Literatura relacionada con el papel de las Oficinas de Transferencia de Tecnología**

| <b>Autor/es</b>                                         | <b>Enfoque Teórico</b>                                                            | <b>Variables Independientes / Covariables</b>                                                                                                               | <b>Variables Dependientes / Covariables</b>                                              | <b>Variables de Control</b>                                                                                                                                                                   | <b>Muestra</b>                                                                   | <b>País</b>                                       | <b>Sector</b>        | <b>Técnica Estadística</b>                                                                           | <b>Descubrimientos Clave</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bercovitz, Feldman, Feller, and Burton (2001)           | Teoría de la organización y espíritu empresarial académico                        | La estructura organizacional de la oficina de transferencia de tecnología                                                                                   | Actividades de investigación patrocinada, licenciamiento y patentes interinstitucionales | N/D                                                                                                                                                                                           | Tres universidades: Duke, Johns Hopkins, y Pennsylvania State. 21 entrevistas.   | E.U.A                                             | N/D                  | Prueba paramétrica para contrastar equivalencia de medias: estadístico t.                            | La estructura organizacional de las OTT en cada universidad fomenta la TT.<br><br>Las actividades de transferencia de tecnología (obtención y procesamiento de divulgaciones de invenciones, licenciamiento, búsqueda de patrocinio adicional para proyectos de I+D o de una combinación de estos tres) se forman gracias a los recursos, relaciones informativas, autonomía, y/o incentivos de las OTTs.                                                                                                                                                          |
| Chapple, Lockett, Siegel, Wright (2005)                 | Espíritu empresarial académico, Propiedad Intelectual                             | <i>Input:</i> Número de notificaciones de inventos, ingreso total para investigación, número de empleados staff en la OTT, gastos externos para PI          | <i>Output:</i> Número de licencias e Ingresos por licencias                              | Modelo de Ineficiencia contiene las siguientes variables ambientales y organizacionales: presencia de escuela de medicina, edad de la OTT, PIB regional, intensidad de investigación regional | 50 de 122 universidades elite                                                    | Reino Unido                                       | N/D                  | Paramétrico: Modelo Estocástico de Frontera (SFE) y No Paramétrico: Modelo envolvente de datos (DEA) | En OTTs que presentan rendimientos decrecientes a escala es recomendable reconfigurar estas organizaciones en unidades más pequeñas y especializadas. Asimismo es recomendable aumentar las capacidades profesionales y en desarrollo de negocios entre el staff de las OTTs                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Clarysse, Wright, Lockett, Mustar, and Knockaert (2007) | Espíritu empresarial académico y comercialización de la tecnología universitaria. | 1. Existencia de transferencia formal de tecnología (dummy). 2. Portafolio de patentes 3. Etapa de desarrollo del nuevo producto. 4. Enfoque internacional. | 1. Capital inicial de la start up. 2. Aumento de capital promedio.                       | País y número de empleados de la start up                                                                                                                                                     | 35 institutos y universidades de investigación y 145 nuevas empresas académicas. | Bélgica, Alemania, Francia, Italia y Reino Unido. | Biología y software. | Análisis de regresión de mínimos cuadrados generalizados (GLS).                                      | En la mayoría de los países europeos se han promulgado leyes similares a la ley Bayh-Dole de los EUA, la cual otorga a las universidades los derechos sobre su propia PI. La edad y el tamaño de la OTT están directamente relacionados con el tiempo transcurrido después de que se apruebe un tipo de ley Bayh-Dole. Las OTT pasan hasta el 80% de su tiempo en cuestiones relacionadas con la PI. Como resultado, el conocimiento de la PI entre los oficiales universitarios y la actividad dentro de las universidades europeas e institutos de investigación |

|                                      |                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                 |                                                                                               |                                                                                                 |              |                                                                  |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                      |                                                                                   | 5. Tamaño de mercado objetivo.                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                 |                                                                                               |                                                                                                 |              |                                                                  |                                                          | ha aumentado significativamente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Clarysse, Tartari, and Salter (2011) | Espíritu empresarial académico.                                                   | Capacidad emprendedora, ambiente social, experiencia emprendedora, presencia de OTT, eficiencia de OTT.                                                                                                                                                                  | Probabilidad de que el investigador tome la decisión en fundar o administrar una nueva empresa. | Relevancia de la universidad en tamaño, calidad de la investigación por departamento, género. | 6,200 investigados académicos. 2,194 cuestionarios completados (una tasa de respuesta del 36%). | Reino Unido. | N/D                                                              | Modelo semi-paramétrico (modelo Cox).                    | Factores individuales y ambientales más que institucionales influyen en las decisiones de los académicos para fundar una empresa. El papel de la OTT para aumentar las actividades empresariales de los académicos parece ser limitada. La OTT pasa la mayor parte de su tiempo protegiendo la tecnología y formalizando de las relaciones contractuales alrededor de ella. |
| Coupe (2003)                         | Espíritu empresarial académico y comercialización de la tecnología universitaria. | OTTs, Fondos de investigación y desarrollo académicos, provenientes de fuentes federales y fuentes privadas.                                                                                                                                                             | Número de patentes                                                                              | Fondos de Investigación y Desarrollo en períodos anteriores.                                  | 212 universidades.                                                                              | E.U.A.       | Químico, TI, Medicina, Eléctrica, Electrónica, Mecánica y otros. | Modelo de Poisson y binomial negativo.                   | Una universidad con una OTT tendrá una expectativa de un mayor número de patentes que otra universidad sin una OTT, y el efecto de la OTT aumenta con el tiempo.                                                                                                                                                                                                            |
| Friedman and Silberman (2003)        | Teoría del desarrollo local, espíritu empresarial académico.                      | El número predicho de notificación de invenciones, un vector de factores ambientales tales como la concentración industrial de alta tecnología, la política universitaria hacia la transferencia de tecnología y las características organizacionales de la universidad. | El número de productos resultantes de transferencia de tecnología.                              | N/D                                                                                           | 83 universidades.                                                                               | E.U.A.       | N/D                                                              | Análisis de regresión. Modelo recursivo de 2 ecuaciones. | Una mayor TT es resultado de mayores recompensas a los académicos, la localización geográfica con firmas intensivas en alta tecnología, un compromiso institucional hacia la TT y una OTT con experiencia. Casi todas las universidades analizadas han establecido OTTs para fomentar la interacción con la industria y la comercialización de la investigación.            |

|                                            |                                                                                                     |                                                                                                                                                        |                                                                                                                              |                                                                                                                                          |                                                                              |        |                                                                                                              |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Henderson, Jaffe, and Trajtenberg (1998)   | Comercialización de la tecnología universitaria, derechos de PI.                                    | Actividades de licenciamiento en empleados de tiempo completo, número de notificaciones, regalías brutas, apoyo de la industria y apoyo público.       | Número de patentes aplicadas en los Estados Unidos, número de citas, importancia y generalidad de las citas de las patentes. | N/D                                                                                                                                      | 112 universidades                                                            | E.U.A. | Médicas, químicas, mecánicas, electrónicas, y otras.                                                         | Matriz de covarianzas entre variables y modelos de retrasos ponderados.                                 | Las políticas federales, como la Ley Bayh-Dole, crearon un estímulo hacia la investigación más comercial, provocando un aumento en el compromiso institucional de las universidades para patentar a través de nuevas y ampliadas OTTs.                                                                                                                                                                                                                                      |
| Jensen, Thursby, and Thursby (2003)        | Teoría de juegos y teoría de la agencia.                                                            | Percepciones que se tienen por parte de la facultad y de la administración de: (1) la investigación patrocinada, (2) las regalías y (3) las licencias. | Las medidas de éxito de las OTTs.                                                                                            | Existencia de escuela de medicina, proporción del apoyo para investigación industrial sobre el apoyo de investigación federal.           | 62 universidades.                                                            | E.U.A. | Ciencias, ingeniería y medicina.                                                                             | Modelo econométrico (Probit).                                                                           | Las OTTs son responsables de fomentar entre la facultad la decisión de divulgación de las invenciones, evaluando esas invenciones divulgadas, así como de encontrar licenciatarios y celebrar contratos en nombre de la administración central de la Universidad.                                                                                                                                                                                                           |
| O'Shea, Allen, Chevalier, and Roche (2005) | Teoría de los recursos y capacidades, teoría institucional y espíritu empresarial académico.        | Recursos institucionales, capital humano, recursos financieros.                                                                                        | El número de compañías <i>spinoffs</i> generadas en la universidad <i>i</i> en el tiempo <i>t</i> .                          | Presencia de escuela de medicina, tipo institucional, privada o pública; contexto regional; número de patentes, y fondos presupuestales. | 113 universidades. Encuesta AUTM 1980-2001.                                  | E.U.A. | Computación, ciencias físicas, química, ingeniería, ciencias ambientales, ciencias de la vida y agricultura. | Análisis de regresión.                                                                                  | LA OTT, calidad de la facultad y el financiamiento federal inciden positivamente en la creación de <i>spinoffs</i> . La OTT desempeña un papel clave al generar un espíritu emprendedor académico, estimular la ingeniería de redes sinérgicas entre académicos y capitalistas de riesgo, asesores y gerentes que proporcionan los recursos humanos y financieros necesarios para iniciar una empresa; y proporcionar a la compañía conocimientos en dirección de empresas. |
| Siegel, Waldman, Atwater, and Link (2004)  | Comercialización de tecnologías universitarias, modelo de transferencia de conocimiento científico. | Productos de la transferencia de la tecnología, redes y relaciones sociales, indicadores                                                               | Resultados de la transferencia de la tecnología.                                                                             | .                                                                                                                                        | 5 universidades: Duke, Carolina del Norte en Chapel Hill, Carolina del Norte | E.U.A. | N/D                                                                                                          | Cualitativo. Método de diferencias de Z. Entrevistas académicos-científicos, directores-administradores | El papel de la OTT es facilitar la transferencia a través del licenciamiento a industrias de invenciones u otras formas de PI resultantes de la investigación universitaria. La OTT debe comprender el campo y evaluar donde se mueve su tecnología con el fin de decidir si una patente puede o no ser registrada.                                                                                                                                                         |

|                                  |                                                                                                            |                                                                                                                                                           |                                                                  |                                                                                                                                |                                                |        |     |                                                                 |                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------|-----|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                  |                                                                                                            | de barreras y mejoras al proceso de transferencia de tecnología.                                                                                          |                                                                  |                                                                                                                                | Estatad de Arizona y Universidad de Arizona.   |        |     | de OTTs y emprendedores-directores de empresas                  |                                                                                                                                                                 |
| Siegel, Waldman, and Link (2003) | Teoría de la organización, espíritu empresarial académico, teoría de la vinculación universidad-industria. | Número de notificaciones de invenciones, número de miembros en el <i>staff</i> de las OTTs y el gasto legal en protección intelectual de las invenciones. | El número de acuerdos de licencias, ingreso anual por licencias. | Existe una variable incorporada de ineficiencia técnica que está en función de un vector ambiental y un factor organizacional. | 80 de 89 instituciones elite de investigación. | E.U.A. | N/D | Modelo estocástico de frontera (SFE) y regresión lineal simple. | Una vez que formalmente se divulga la invención, la OTT evalúa de manera simultánea el potencial comercial de la tecnología y decide si patentar la innovación. |

**Tabla A3**

**Literatura relacionada con la evaluación de tecnología de la OTT para ser patentada**

| <b>Autor(es)</b>          | <b>Enfoque Teórico</b>                            | <b>Variables Independientes / Covariables</b>                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Variables Dependientes / Covariables</b>                      | <b>Variables de Control</b> | <b>Muestra</b>                                                                                              | <b>País</b> | <b>Sector</b>          | <b>Técnica Estadística</b>                                 | <b>Descubrimientos Clave</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jensen and Thursby (2001) | Teoría de juegos.                                 | 1. Características de la invención agrupados en 5 subgrupos; 2. Objetivos de licenciamiento para I. la OTT, II. administración de la universidad y III. la Facultad. 3. características de las licencias agrupadas en 7 subgrupos.                                                                             | La comercialización de los inventos universitarios.              | N/D                         | 62 Universidades de investigación entre 1991 y 1995.                                                        | E.U.A.      | N/D                    | Análisis teórico basado en un modelo de teoría de juegos.  | Los resultados muestran que la gran mayoría de las invenciones licenciadas están en una etapa muy temprana de desarrollo, por lo que la participación del inventor resulta crucial para el posterior éxito comercial. Además, la mayoría de las universidades solicitan patentes sujetas a la identificación de un potencial licenciataria de la tecnología. |
| Shane (2004b)             | Política pública, espíritu empresarial académico. | 1. Códigos Dummies de 32 dígitos SIC; 2. Efectividad en el licenciamiento (de 1-5); 3. Grado de cercanía de la línea de negocios a la ciencia; 4. Dummy de campo biomédico; 5. Fondos para investigación aplicada; 6. Fondos de la industria; 7. I+D universitaria; 8. Fondos del Instituto Nacional de Salud. | La proporción de patentes universitarias anuales de 1969 a 1996. | N/D                         | La encuesta de la innovación de Yale que cubren 650 administradores de tecnología en 130 líneas de negocio. | E.U.A.      | 117 líneas de negocio. | Regresión agrupada en series de tiempo cruzadas seccional. | Se debe realizar un análisis costo beneficio que permita a las universidades calcular si las regalías de los licenciamientos por aquellas patentes superarán el promedio del costo de las mismas.                                                                                                                                                            |
| Siegel, Waldman,          | Comercialización de                               | Productos de la transferencia de                                                                                                                                                                                                                                                                               | Resultados de la transferencia de                                | N/D                         | 5 universidades:                                                                                            | E.U.A.      | N/D                    | Entrevistas a académicos-                                  | Las universidades pueden optar por solicitar una patente nacional que proteja la tecnología a un costo                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                     |                                                                                                            |                                                                                                                                                           |                                                                       |                                                                                                                                |                                                                                                                   |        |                                                     |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Atwater, and Link (2004)            | tecnologías universitarias, modelo de transferencia de conocimiento científico.                            | la tecnología, indicadores sobre redes y relaciones; barreras y mejoras al proceso de transferencia de tecnología.                                        | la tecnología.                                                        |                                                                                                                                | Duke, Carolina del Norte en Chapel Hill, Carolina del Norte Estatal, Estatal de Arizona y Universidad de Arizona. |        |                                                     | científicos, directores-administradores de OTTs y emprendedores-directores de empresas. Método de diferencias de muestras Z. | significativamente menor que el que implica una patente mundial.                                                                                                                                             |
| Siegel, Waldman, and Link (2003)    | Teoría de la organización, espíritu empresarial académico, teoría de la vinculación universidad-industria. | Número de notificaciones de invenciones, número de miembros en el <i>staff</i> de las OTTs y el gasto legal en protección intelectual de las invenciones. | El número de acuerdos de licencias, ingreso anual por licencias.      | Existe una variable incorporada de ineficiencia técnica que está en función de un vector ambiental y un factor organizacional. | 80 de 89 instituciones elite de investigación.                                                                    | E.U.A. | N/D                                                 | Modelo estocástico de frontera (SFE) y Regresión lineal simple.                                                              | La OTT debe considerar el potencial comercial de la invención, así como el posible interés de la industria.                                                                                                  |
| Thursby, Jensen, and Thursby (2001) | Espíritu empresarial académico y comercialización universitaria.                                           | Calidad de la OTT, prueba de concepto, prototipo e invenciones notificadas.                                                                               | Regalías, investigación patrocinada, patentes y licencias ejecutadas. | Tamaño de la OTT y existencia de escuela de medicina y licencias en período anterior.                                          | 62 universidades en los Estados Unidos                                                                            | E.U.A. | N/D                                                 | Modelo econométrico de regresión                                                                                             | El objetivo más importante de la OTT son la regalías y los pagos iniciales por la licencia. Ciertos campos, como la medicina, ingeniería y ciencias, son más propensos a tener divulgaciones de invenciones. |
| Thursby and Thursby (2002)          | Espíritu emprendedor académico, comercialización universitaria.                                            | Número de notificaciones, empleados totales de la OTT, calidad de la facultad y propensión a patentar.                                                    | Número de nuevas aplicaciones de patente.                             | N/D                                                                                                                            | 64 universidades en Estados Unidos.                                                                               | E.U.A. | Ciencias biológicas, ingeniería y ciencias físicas. | Técnica de programación no paramétrica para calcular la productividad total de factores (TFP).                               | La OTT analiza las divulgaciones que cree pueden ser patentadas y licenciadas; una medida utilizada es la calidad de la facultad para captar el potencial de patente.                                        |

|                         |                                                                           |                                                                                                                                                |                                                                                                                        |     |                                              |       |                                                     |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Thursby and Kemp (2002) | Comercialización de la tecnología académica, cálculo de la productividad. | <i>Inputs:</i> tamaño de la OTT, financiación federal y calidad y número de miembros de facultades en biología, ingeniería y ciencias físicas. | <i>Outputs:</i> financiación industrial, regalías, número de notificaciones, número de licencias y número de patentes. | N/D | 112 universidades para el período 1991-1996. | E.U.A | Ciencias biológicas, ingeniería y ciencias físicas. | Análisis envolvente de datos (DEA) combinado con análisis de regresión para examinar la productividad total de la actividad universitaria de licenciamiento. | La ingeniería y las ciencias biológicas son más importantes para la actividad de licenciamiento que las ciencias físicas. Esto se puede atribuir a la naturaleza más aplicada de la ingeniería y las mejores oportunidades de mercado de las ciencias biológicas. |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Tabla A4**

**Literatura relacionada con la adquisición de patentes**

| <b>Autor(es)</b>                                                        | <b>Enfoque Teórico</b>                                                                                                         | <b>Variables Independientes / Covariables</b>                                                                                                                     | <b>Variables Dependientes / Covariables</b>                                              | <b>Variables de Control</b> | <b>Muestra</b>                                                                                   | <b>País</b> | <b>Sector</b>                                                    | <b>Técnica Estadística</b>                                     | <b>Descubrimientos Clave</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bercovitz, Feldman, Feller, and Burton (2001)                           | Teoría de la organización y espíritu empresarial académico                                                                     | La estructura organizacional de la oficina de transferencia de tecnología                                                                                         | Actividades de investigación patrocinada, licenciamiento y patentes interinstitucionales | N/D                         | Tres universidades: Duke, Johns Hopkins, y Pennsylvania State. 21 entrevistas.                   | E.U.A       | N/D                                                              | Prueba paramétrica para equivalencia de medias: estadístico t. | Desde 1980, todas las universidades de Estados Unidos han adquirido amplios derechos de PI, pero una considerable diversidad existe en los procedimientos y las políticas de transferencia de tecnología, así como en la organización de OTTs y oficinas de vinculación industrial desarrolladas como respuesta a la nueva legislación y a las oportunidades de mercado.           |
| Carlsson and Fridh (2002)                                               | Emprendimiento empresarial académico, y comercialización de tecnología universitaria, transferencia tecnológica universitaria. | Año en el que fue fundada la OTT, total de gastos en PI, número de empleados totales de la OTT y número de notificaciones de invenciones.                         | Número total de aplicaciones para patente y nuevas aplicaciones de patente.              | N/D                         | 170 universidades, hospitales e institutos de investigación para el período 1991-1996.           | E.U.A       | N/D                                                              | Análisis de regresión.                                         | El presupuesto anual para las actividades de patente y licenciamientos dentro la OTT oscila entre los USD \$320,000 y más de los USD\$2 millones. Las universidades pueden facilitar la aplicación por la patente, pero siempre dentro de los límites establecidos por el presupuesto (el costo de la patente va normalmente entre los USD \$15,000 – USD\$20,000 por aplicación). |
| Colyvas, Crow, Gelijns, Mazzoleni, Nelson, Rosenberg, and Sampat (2002) | Comercialización académica, derechos de PI y transferencia de tecnología universitaria.                                        | Tipo de tecnología, fuentes de financiación, tipo de PI, tipo de licencia, licencias a nuevas empresas, interacción entre el licenciatario y el inventor, ventas. | Invenciones que han alcanzado el nivel de mercado.                                       | N/D                         | 11 casos de inventos provenientes de la Universidad de Stanford y de la Universidad de Columbia. | E.U.A       | Biología, farmacia, electrónica, software, dispositivos médicos. | Análisis de casos comparativos.                                | Hay razones para dudar que las patentes y licenciamiento de patentes son más necesarias para la efectiva transferencia de hoy que en años anteriores. El efecto principal de Bayh-Dole fue acelerar y ampliar las tendencias que ya estaban ocurriendo.                                                                                                                            |
| Kim (2013)                                                              | Espíritu empresarial académico, eficiencia técnica, productividad                                                              | <i>Inputs:</i> Notificación de invenciones, empleados de tiempo completo de la                                                                                    | <i>Outputs:</i> Patentes emitidas en los Estados Unidos, licencias                       | N/D                         | 90 universidades entre el período 1999-2007.                                                     | E.U.A.      | N/D                                                              | Análisis de involucramiento de datos (DEA).                    | En el pasado, la mayoría de las universidades asignaban un bajo valor a las patentes y a las licencias ya que ambos requieren altos costos fijos en comparación con los beneficios que confieren. El sistema de patentes de                                                                                                                                                        |

|                                             |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                             |        |                        |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             | y transferencia de tecnología universitaria.                              | OTT y gastos en I&D.                                                                                                                                                                                                                             | ejecutadas e ingreso por licencias.                              |                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                             |        |                        |                                                            | Estados Unidos se ha reconfigurado para estimular la difusión del conocimiento productivo y por consiguiente aumentar el valor económico de la investigación académica.                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Markman, Gianiodis, Phan, and Balkin (2005) | Espíritu empresarial académico y teoría de la velocidad de la innovación. | Determinantes de la velocidad de innovación: 1. Impedimentos en etapas tempranas, 2. Impedimentos en etapas tardías, 3. Complejidad 4. Competencias de la OTT, 5. Inicio de la innovación en inventores, OTT y empresas.                         | Ingresos por licencia y creación de nuevas empresas.             | Mediadoras: Tiempo de comercialización de todas las empresas y tiempo de comercialización de las nuevas empresas.<br><br>Variables de control:<br><br>Experiencia y tamaño de la OTT, estructura de la OTT y la OTT pública contra la privada. | 91 OTTs universitarias.                                                                                     | E.U.A. | N/D                    | Técnica de regresión lineal.                               | Las OTT tienen como objetivo comercializar sus tecnologías protegidas para rápidamente aumentar los flujos de ingresos y nuevos emprendimientos que potencialmente pueden crear <i>spin offs</i> . La velocidad de innovación es determinada por los recursos de la OTT y su estructura, su competencia en la identificación de concesionarios y la participación de los inventores de la facultad en el proceso de licenciamiento. |
| Shane (2004b)                               | Política pública, espíritu empresarial académico.                         | 1. Códigos dummies de 32 dígitos SIC; 2. Efectividad en el licenciamiento (de 1-5); 3. Grado de cercanía de la línea de negocios a la ciencia; 4. Dummy de campo biomédico; 5. Fondos para investigación aplicada; 6. Fondos de la industria; 7. | La proporción de patentes universitarias anuales de 1969 a 1996. | N/D                                                                                                                                                                                                                                            | La encuesta de la innovación de Yale que cubren 650 administradores de tecnología en 130 líneas de negocio. | E.U.A. | 117 líneas de negocio. | Regresión agrupada en series de tiempo cruzadas seccional. | Con la ley Bayh-Dole, las universidades respondieron creando o renovando sus políticas de propiedad intelectual, estableciendo o reorganizando su OTT. En consecuencia, en la era post-Bayh-Dole, los oficiales de las OTTs administran las licencias de tecnología y las decisiones de patentamiento.                                                                                                                              |

|                                           |                                                                                                            |                                                                                                                                                           |                                                                  |                                                                                                                                |                                                                                                                                    |        |     |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           |                                                                                                            | I&D universitaria; 8. Fondos del Instituto Nacional de Salud (NHI).                                                                                       |                                                                  |                                                                                                                                |                                                                                                                                    |        |     |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Siegel, Waldman, and Link (2003)          | Teoría de la organización, espíritu empresarial académico, teoría de la vinculación universidad-industria. | Número de notificaciones de invenciones, número de miembros en el <i>staff</i> de las OTTs y el gasto legal en protección intelectual de las invenciones. | El número de acuerdos de licencias, ingreso anual por licencias. | Existe una variable incorporada de ineficiencia técnica que está en función de un vector ambiental y un factor organizacional. | 80 de 89 instituciones elite de investigación.                                                                                     | E.U.A. | N/D | Modelo estocástico de frontera (SFE) y Regresión lineal simple.                                                                                                   | Las OTT enfrentan un dilema cuando inician una solicitud de patente. La protección de una patente nacional es sustancialmente más barata que una mundial, pero a menudo mucho menos valioso a los licenciarios potenciales, particularmente cuando los mercados extranjeros se consideran altamente lucrativos en relación con el mercado doméstico. |
| Siegel, Waldman, Atwater, and Link (2004) | Comercialización de tecnologías universitarias, modelo de transferencia de conocimiento científico.        | Productos de la transferencia de la tecnología, redes y relaciones, y mejoras al proceso de transferencia de tecnología.                                  | Resultados de la transferencia de la tecnología.                 | N/D                                                                                                                            | 5 universidades: Duke, Carolina del Norte en Chapel Hill, Carolina del Norte Estatal, Estatal de Arizona y Universidad de Arizona. | E.U.A. | N/D | Método de diferencias de muestras Z. Entrevistas y encuestas a académicos-científicos, directores-administradores de OTTs y emprendedores-directores de empresas. | Las universidades poseen presupuestos limitados para la presentación de patentes. La mayoría de las ocasiones optarán por solicitar la protección de patente nacional, que salvaguarde la tecnología a un costo mucho menor.                                                                                                                         |

**Tabla A5**

**Literatura relacionada con el papel del agente de transferencia de tecnología en la promoción de las invenciones entre las empresas**

| Autor(es)                                                               | Enfoque Teórico                                                                                               | Variables Independientes                                                                                                                                                            | Variables Dependientes                               | Variables de Control                                                                                                                  | Muestra                                                                                                                 | País           | Sector                                                                    | Técnica Estadística             | Descubrimientos Clave                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Colyvas, Crow, Gelijns, Mazzoleni, Nelson, Rosenberg, and Sampat (2002) | Comercialización académica, derechos de PI y transferencia de tecnología universitaria.                       | Tipo de tecnología, fuentes de financiación, tipo de PI, tipo de licencia, Dummy licencias a nuevas empresas, Dummy interacción entre el licenciatario y el inventor, Dummy ventas. | Invenciones que han alcanzado el nivel de mercado.   | N/D                                                                                                                                   | 11 casos de inventos provenientes de la Universidad de Stanford y de la Universidad de Columbia.                        | E.U.A          | Biotecnología, farmacéutica, electrónica, software, dispositivos médicos. | Análisis de casos comparativos. | Las actividades de marketing de la OTT serán más importantes para los inventos en áreas tecnológicas donde los vínculos existentes entre academia e industria son débiles.                                                              |
| Etzkowitz (2003)                                                        | Espíritu empresarial académico, comercialización de la investigación universitaria y teoría de la innovación. | Grupos de investigación con atributos cuasi empresariales, financiación de investigación sobre bases competitivas.                                                                  | Espíritu empresarial académico.                      | N/D                                                                                                                                   | Entrevistas en universidades europeas y latinoamericanas, y una investigación documental en la Universidad de Stanford. | Internacional. | N/D                                                                       | Estudios de caso.               | La asociación entre OTTs y empresas crea un mercado de tecnología. Es por ello importante la creación de una infraestructura de OTTs en las universidades por su capacidad para mejorar la comercialización del conocimiento académico. |
| Markman, Gianiodis, Phan, and Balkin (2005)                             | Espíritu empresarial académico y teoría de la velocidad de la innovación.                                     | Determinantes de la velocidad de innovación: 1. Impedimentos en etapas tempranas, 2. Impedimentos en etapas tardías, 3. Complejidad 4. Competencias                                 | Ingresos por licencia y creación de nuevas empresas. | Mediadoras: Tiempo de comercialización de todas las empresas y tiempo de comercialización de las nuevas empresas.<br><br>Variables de | 91 OTTs universitarias.                                                                                                 | E.U.A.         | N/D                                                                       | Técnica de regresión lineal.    | Las OTT juegan un papel fundamental en la comercialización al motivar la participación de los inventores con los posibles licenciarios y así aumentar la velocidad en el desarrollo del producto que será lanzado al mercado.           |

|                                           |                                                                                                     |                                                                                                                                   |                                                                       |                                                                                                          |                                                                                                                                     |        |     |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           |                                                                                                     | de la OTT, 5. Inicio de la innovación en inventores OTT y empresas.                                                               |                                                                       | control:<br><br>Experiencia y tamaño de la OTT, estructura de la OTT y la OTT pública contra la privada. |                                                                                                                                     |        |     |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Siegel, Waldman, Atwater, and Link (2004) | Comercialización de tecnologías universitarias, modelo de transferencia de conocimiento científico. | Productos de la transferencia de la tecnología, redes y relaciones, barreras y mejoras al proceso de transferencia de tecnología. | Resultados de la transferencia de la tecnología.                      | Académicos-científicos, directores-administradores de OTTs y emprendedores-directores de empresas.       | 5 universidades : Duke, Carolina del Norte en Chapel Hill, Carolina del Norte Estatal, Estatal de Arizona y Universidad de Arizona. | E.U.A. | N/D | Método de diferencias de muestras Z. | Las instituciones de nivel superior que no están en posiciones de alto prestigio y reputación deben ser más proactivas en la comercialización de sus tecnologías.<br><br>Se propone que dichas universidades asignen más recursos para sus OTTs y que dediquen más esfuerzos a la comercialización de tecnologías entre las empresas. Un mayor staff en la OTT es a menudo necesaria para comercializar las tecnologías. |
| Thursby, Jensen, and Thursby (2001)       | Espíritu empresarial académico y comercialización universitaria.                                    | Calidad de la OTT, prueba de concepto, prototipo e invenciones notificadas.                                                       | Regalías, investigación patrocinada, patentes y licencias ejecutadas. | Tamaño de la OTT y existencia de escuela de medicina y licencias en período anterior.                    | 62 universidades en los Estados Unidos                                                                                              | E.U.A. | N/D | Modelo econométrico.                 | Las OTTs mantienen rutinas que pueden acelerar la comercialización de los inventos: interacciones y relaciones con los contactos directos de la OTT, relaciones con los contactos del inventor, comunicaciones con fax correo electrónico, páginas web, reuniones y ferias.                                                                                                                                              |

**Tabla A6**

**Literatura relacionada con licencias**

| <b>Autor(es)</b>              | <b>Enfoque Teórico</b>                                                                                                                   | <b>Variables Independientes / Covariables</b>                                                                                                                           | <b>Variables Dependientes / Covariables</b>                        | <b>Variables de Control</b> | <b>Muestra</b>                                                                                                    | <b>País</b> | <b>Sector</b> | <b>Técnica Estadística</b>                               | <b>Descubrimientos Clave</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bray and Lee (2000)           | Espíritu empresarial académico y comercialización de la tecnología universitaria, mercado de capitales.                                  | Ingresos por licencias tradicionales, ingresos por ventas de <i>stock</i> de nuevas empresas que comercializan tecnología universitaria.                                | Ingresos universitarios por transferencia de tecnología.           | N/D                         | 8 universidades con venta de <i>stock</i> y 5 universidades con propiedad de acciones ( <i>equity holdings</i> ). | E.U.A       | N/D           | Estudios de caso.                                        | Formas novedosas de comercializar la tecnología incluyen la participación accionaria accionaria en las nuevas empresas en combinación o sustitución de los pagos tradicionales de regalías por las licencias.<br><br>Esto ha demostrado maximizar el retorno financiero de la PI de la tecnología que posee la universidad. |
| Carlsson and Fridh (2002)     | Emprendimiento empresarial académico, y comercialización de tecnología universitaria, gastos de transferencia tecnológica universitaria. | Número total de patentes emitidas en el período t-1, número total de aplicaciones de patentes en el período t-1. Gastos de Investigación I+D, características de la OTT | Número de licencias.                                               | N/D                         | 170 universidades, hospitales e institutos de investigación para el período 1991-1996.                            | E.U.A       | N/D           | Análisis de regresión.                                   | Las inversiones en I+D, número de divulgaciones de inventos y edad de los TTO tienen un impacto positivo sobre las patentes y licencias de la Universidad.                                                                                                                                                                  |
| Friedman and Silberman (2003) | Teoría del desarrollo local, espíritu empresarial académico.                                                                             | El número predicho de notificación de invenciones de la ecuación 1 (ver tabla 1), un vector de factores ambientales tales como la concentración industrial de           | El número de productos resultantes de transferencia de tecnología. | N/D                         | 83 universidades.                                                                                                 | E.U.A.      | N/D           | Análisis de regresión. Modelo recursivo de 2 ecuaciones. | Por lo general, hay un desfase de tres a siete años desde el momento que se firma un acuerdo de licencia hasta que comienza a generar ingresos. De allí que algunas universidades firmen acuerdos donde incluyen un bajo porcentaje de regalías contra ingresos rápidos, participaciones de capital y opciones a futuro.    |

|                                             |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |                                                      |                                                                                                                                                |                                                      |        |     |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------|-----|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             |                                                                           | alta tecnología como la política universitaria hacia la transferencia de tecnología y las características organizacionales de la universidad.                                                                          |                                                      |                                                                                                                                                |                                                      |        |     |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Jensen and Thursby (2001)                   | Teoría de juegos                                                          | 1. Características de la invención agrupados en 5 subgrupos; 2. Objetivos de licenciamiento para la OTT, administración de la universidad y la facultad. 3. características de las licencias agrupadas en 7 subgrupos. | La comercialización de los inventos universitarios.  | N/D                                                                                                                                            | 62 Universidades de investigación entre 1991 y 1995. | E.U.A. | N/D | Análisis teórico basado en un modelo de teoría de juegos. | Un sistema de incentivos apropiado para el inventor debe existir como condición para el desarrollo de la tecnología. Se deben establecer acuerdos de regalías asociadas al investigador cuando el producto tenga ganancias en el mercado, asimismo participaciones accionarias, en la dirección y salarios en la empresa son comunes.                                                                                                    |
| Markman, Phan, Balkin, and Gianiodis (2005) | Espíritu empresarial académico y teoría de la velocidad de la innovación. | Determinantes de la velocidad de innovación: 1. Impedimentos en etapas tempranas, 2. Impedimentos en etapas tardías, 3. Complejidad 4. Competencias de la OTT, 5.                                                      | Ingresos por licencia y creación de nuevas empresas. | Mediadoras: Tiempo de comercialización de todas las empresas y tiempo de comercialización de las nuevas empresas.<br><br>Variables de control: | 91 OTTs universitarias.                              | E.U.A. | N/D | Técnica de regresión lineal.                              | Las universidades que se embarcan en realizar contratos de licencias a cambio de acciones de capital tienen una probabilidad positiva de formar nuevas empresas, mientras que estrategias que intercambian investigación patrocinada por licenciatiene una casi nula probabilidad de crear nuevas empresas. La forma tradicional de flujo de efectivo por licencia posee una positiva aunque baja probabilidad de crear nuevas empresas. |

|                                           |                                                                                                            |                                                                                                                                                                      |                                                                  |                                                                                                      |                                                                                                                                    |        |     |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           |                                                                                                            | Inicio de la innovación en inventores OTT y empresas.                                                                                                                |                                                                  | Experiencia y tamaño de la OTT, estructura de la OTT y la OTT pública contra la privada.             |                                                                                                                                    |        |     |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Shane (2002)                              | Espíritu empresarial académico y comercialización de la tecnología universitaria.                          | 1. Investigación por contrato patrocinado por la industria, 2. Consultorías, 3. Licenciamiento de la tecnología y 4. Desarrollo y comercialización de la tecnología. | Colaboración universidad-empresa.                                | N/D                                                                                                  | N/D                                                                                                                                | E.U.A. | N/D | Revisión literaria y teórica de la colaboración universidad-industria.                                                                                            | Las empresas <i>spinoffs</i> y <i>startups</i> licencian una mayor cantidad y variedad de nuevas tecnologías que las grandes empresas establecidas. Las nuevas empresas requieren acceso a financiación, bajos pagos en regalías y capitalizar los costos de la patente a través de emisiones accionarias.                                                                                                                                                                                                                                      |
| Siegel, Waldman, Atwater, and Link (2004) | Comercialización de tecnologías universitarias, modelo de transferencia de conocimiento científico.        | Productos de la transferencia de la tecnología, redes y relaciones, barreras y mejoras al proceso de transferencia de tecnología.                                    | Resultados de la transferencia de la tecnología.                 |                                                                                                      | 5 universidades: Duke, Carolina del Norte en Chapel Hill, Carolina del Norte Estatal, Estatal de Arizona y Universidad de Arizona. | E.U.A. | N/D | Entrevistas y encuestas a académicos-científicos, directores-administradores de OTTs y emprendedores-directores de empresas. Método de diferencias de muestras Z. | Existen intereses diferentes entre los diferentes actores involucrados en la TT. Las empresas parecen poner más énfasis en factores que no necesariamente generan ingresos adicionales para la universidad (como es la transferencia informal de know-how y desarrollo de productos), mientras que en la universidad, los administradores parecen centrarse en dimensiones que generan ingresos de investigación adicional. Los empresarios han señalado que las OTT excesivamente se centran en los aspectos legales de las licencias y su PI. |
| Siegel, Waldman, and Link (2003)          | Teoría de la organización, espíritu empresarial académico, teoría de la vinculación universidad-industria. | Número de notificaciones de invenciones, número de miembros en el <i>staff</i> de las OTTs y el gasto legal en protección                                            | El número de acuerdos de licencias, ingreso anual por licencias. | Existe una variable incorporada de ineficiencia técnica que está en función de un vector ambiental y | 80 de 89 instituciones elite de investigación.                                                                                     | E.U.A. | N/D | Modelo estocástico de frontera (SFE) y Regresión lineal simple.                                                                                                   | Los acuerdos de licencias se caracterizan por rendimientos constantes a escala, mientras las ganancias por licencia se observan rendimientos crecientes a escala.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                     |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                        |                                                                                       |                                              |        |                                                     |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |                                                                                       | intelectual de las invenciones.                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                        | un factor organizacional.                                                             |                                              |        |                                                     |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Sine, Shane, and Di Gregorio (2003) | Comercialización de la tecnología universitaria, teoría sociológica y organizacional. | 1. Nivel de prestigio de la escuela de graduados, 2. Desempeño pasado en el licenciamiento de tecnología, 3. Nivel de producción tecnológica, 4. Recursos de la oficina de licenciamiento tecnológico, 5. Fuentes de financiación, 6. Escuela de medicina. | El número anual de contratos de licencias de nueva tecnología ya acuerdos de opciones establecidos por la universidad. | Localización geográfica de la universidad y año (Dummy).                              | 102 universidades en el período 1991-1998.   | E.U.A. | N/D                                                 | Ecuaciones de estimación generalizada (GEE) con una distribución binomial negativa y una función de vínculo log lineal para estimar las regresiones.         | Las universidades con un mayor prestigio y reputación institucional acceden a un mayor número de licencias que el promedio, esto se denomina efecto "halo".                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Thursby, Jensen, and Thursby (2001) | Espíritu empresarial académico y comercialización universitaria.                      | Calidad de la OTT, prueba de concepto, prototipo e invenciones notificadas.                                                                                                                                                                                | Regalías, investigación patrocinada, patentes y licencias ejecutadas.                                                  | Tamaño de la OTT y existencia de escuela de medicina y licencias en período anterior. | 62 universidades en los Estados Unidos       | E.U.A. | N/D                                                 | Econométrico de regresión lineal                                                                                                                             | La mayoría de las invenciones se encuentran en etapas embrionarias o de prototipo al momento de su divulgación y protección. Las empresas buscan que el inventor continúe el proceso de desarrollo y que se establezca en el contrato de licencia.                                                                                                                                                           |
| Thursby and Kemp (2002)             | Comercialización de la tecnología académica, cálculo de la productividad.             | <i>Inputs:</i> tamaño de la OTT, financiación federal y calidad y número de miembros de facultades en biología, ingeniería y ciencias físicas.                                                                                                             | <i>Outputs:</i> número de licencias y número de patentes.                                                              | N/D                                                                                   | 112 universidades para el período 1991-1996. | E.U.A. | Ciencias biológicas, ingeniería y ciencias físicas. | Análisis envolvente de datos (DEA) combinado con análisis de regresión para examinar la productividad total de la actividad universitaria de licenciamiento. | Se realiza un análisis de la productividad y eficiencia relativa de las universidades en cuanto a un indicador clave en la transferencia tecnológica: el número de licencias ejecutadas. La productividad en el número de licencias ha aumentado a pesar de que los recursos se han mantenido estables, esto se debe quizás a cambios ambientales y la predisposición a la comercialización de la tecnología |

Tabla A7

Literatura relacionada con la adaptación y uso de la tecnología transferida

| Autor<br>(es)                                                           | Enfoque<br>Teórico                                                                      | Variables<br>Independientes /<br>Covariables                                                                                                                                                                           | Variables<br>Dependientes /<br>Covariables         | Variables de<br>Control | Muestra                                                                                          | País   | Sector                                                           | Técnica<br>Estadística                  | Descubrimientos Clave                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Colyvas, Crow, Gelijns, Mazzoleni, Nelson, Rosenberg, and Sampat (2002) | Comercialización académica, derechos de PI y transferencia de tecnología universitaria. | Tipo de tecnología, fuentes de financiación, tipo de PI, tipo de licencia, dummy licencias a nuevas empresas, dummy interacción entre el licenciatario y el inventor, dummy venta.                                     | Inventiones que han alcanzado el nivel de mercado. | N/D                     | 11 casos de inventos provenientes de la Universidad de Stanford y de la Universidad de Columbia. | E.U.A  | Biología, farmacia, electrónica, software, dispositivos médicos. | Análisis de casos comparativos.         | Las invenciones embrionarias de las universidades requieren un seguimiento, mayor investigación y participación en el desarrollo por la industria. Este aspecto debe ser considerado por los elaboradores de política pública y los administradores de las universidades.                                                                          |
| Hayter (2011)                                                           | Espíritu empresarial académico, Desarrollo económico                                    | Difusión tecnológica, desarrollo tecnológico, ganancias financieras personales, servicio público, efecto de influencia de colegas, mejoramiento en carrera académica, creación de nuevos trabajos y mejora de técnicas | Motivación y éxito en nuevas empresas académicas   | N/D                     | 74 nuevos empresarios académicos                                                                 | E.U.A  | N/D                                                              | Entrevistas, Estudios de caso.          | Las universidades desarrollan fuertes vínculos con sus <i>spin offs</i> y <i>start ups</i> , sin embargo, esto no significa que las tecnologías estén listas para introducirse al mercado. El conocimiento tácito sigue incrustado dentro de los individuos de la facultad y es necesario que sea transmitido adecuadamente a las nuevas empresas. |
| Jensen and Thursby (2001)                                               | Teoría de juegos.                                                                       | 1. Características de la                                                                                                                                                                                               | La comercialización de los                         | N/D                     | 62 Universidades                                                                                 | E.U.A. | N/D                                                              | Análisis teórico basado en un modelo de | La negociación de la licencia se produce en muchas ocasiones antes de ser protegida la tecnología y en una etapa muy temprana de                                                                                                                                                                                                                   |

|                                             |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                               |                                                                       |                                                                                       |                                                                             |                                                        |                                              |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             |                                                                                                       | invención agrupados en 5 subgrupos; 2. Objetivos de licenciamiento para la OTT, administración de la universidad y la facultad. 3. características de las licencias agrupadas en 7 subgrupos. | inventos universitarios.                                              |                                                                                       | investigación entre 1991 y 1995.                                            |                                                        |                                              | teoría de juegos.                                | desarrollo, por lo que se requiere de un esfuerzo conjunto para que exista una probabilidad razonable de éxito en el mercado.                                                                                                                                     |
| Mowery, Nelson, Sampat, and Ziedonis (2001) | Comercialización de la tecnología universitaria, política pública y derechos de propiedad intelectual | Número de notificaciones de invenciones, número de patentes                                                                                                                                   | Licencias e ingreso por licencias                                     | N/D                                                                                   | Universidad de California, Universidad de Stanford, Universidad de Columbia | EUA                                                    | Biomédica, Software, y todas las tecnologías | Información documental de las tres universidades | La evidencia muestra que las universidades no se han alejado de la investigación básica para dedicarse a la investigación aplicada, de hecho, los resultados y logros en tecnologías que han llegado al mercado tienen un fuerte apoyo en la ciencia fundamental. |
| Rasmussen and Sorheim (2012)                | Espíritu empresarial académico,                                                                       | Esquemas de (1) prueba de concepto, (2) pre-semilla, (3) capital semilla                                                                                                                      | Financiación a spinoffs universitarias                                | N/D                                                                                   | 70 funcionarios públicos y empresarios en 2005-2006                         | Canadá, Finlandia, Irlanda, Noruega, Escocia y Suecia. | N/D                                          | Entrevistas cara a cara semi-estructuradas       | Las <i>spin-offs</i> universitarias a menudo desarrollan tecnologías de etapa temprana caracterizadas por caminos de desarrollo largo y un potencial comercial incierto.                                                                                          |
| Thursby, Jensen, and Thursby (2001)         | Espíritu empresarial académico y comercialización universitaria.                                      | Calidad de la OTT, prueba de concepto, prototipo e invenciones notificadas.                                                                                                                   | Regalías, investigación patrocinada, patentes y licencias ejecutadas. | Tamaño de la OTT y existencia de escuela de medicina y licencias en período anterior. | 62 universidades en los Estados Unidos                                      | E.U.A.                                                 | N/D                                          | Modelo de regresión lineal.                      | Las empresas solamente estarán dispuestas a licenciar tecnologías que impliquen el compromiso de la universidad, la facultad e inventor(es) en el desarrollo posterior y final del producto.                                                                      |

**Tabla A8**

**Spin-off y la creación Startups**

| <b>Autor (es)</b>                                   | <b>Enfoque Teórico</b>                                                                                                         | <b>Variables Independientes / Covariables</b>                                                                                               | <b>Variables Dependientes / Covariables</b>                                 | <b>Variables de Control</b> | <b>Muestra</b>                                                                         | <b>País</b>       | <b>Sector</b>                                                     | <b>Técnica Estadística</b>                               | <b>Descubrimientos Clave</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Carayannis, Rogers, Kurihara, and Allbritton (1998) | Espíritu empresarial académico, análisis de la innovación tecnológica                                                          | Laboratorio federal de investigación y desarrollo, una universidad de investigación como organizaciones patrocinadoras de una nueva empresa | Spin-offs                                                                   | N/D                         | Siete spin-offs                                                                        | EUA y Japón       | Energía, medicina, electrónica, química inorgánica y computación. | Estudios de caso.                                        | Una spin off es una empresa formada por ex empleados de una organización patrocinadora y que adquiere y transfiere la tecnología desde esa misma organización.<br><br>Existen elementos adicionales como inversionistas de riesgo, incubadores y administradores tecnológicos.                                                |
| Carlsson and Fridh (2002)                           | Emprendimiento empresarial académico, y comercialización de tecnología universitaria, transferencia tecnológica universitaria. | Año en el que fue fundada la OTT, total de gastos en PI, número de empleados totales de la OTT y número de notificaciones de invenciones.   | Número total de aplicaciones para patente y nuevas aplicaciones de patente. | N/D                         | 170 universidades, hospitales e institutos de investigación para el período 1991-1996. | E.U.A             | N/D                                                               | Análisis de regresión.                                   | Factores relevantes para el éxito de las spin-off incluyen a la historia, cultura, actitudes, afiliación industria, orientación al mercado de las empresas existentes. Asimismo, la presencia o ausencia de capital de riesgo, así como el vigor y la diversidad de organizaciones e instituciones de apoyo.                  |
| Clarysse and Moray (2004)                           | Formación empresarial por equipo, fases en la formación de nuevas empresas                                                     | Fundador y características de los empleados de las nuevas empresas.                                                                         | Fases en la formación de nuevas empresas                                    | N/D                         | Spin-off creada en la universidad de Lovaina                                           | Bélgica           | Ingeniería electrónica y telecomunicaciones                       | Inductiva, cualitativa en base a entrevistas personales. | Las spin-off atraviesan diferentes etapas en su ciclo de vida estas incluyen: una fase de generación de la idea de la empresa, una fase previa a la puesta en marcha, una fase inicial y una fase post-startup. En cada etapa la identificación de los recursos críticos es indispensable para el futuro éxito de la empresa. |
| Clarysse, Wright, Lockett, Van de                   | Modelos de incubación                                                                                                          | Recursos organizacionales                                                                                                                   | Modelos de bajo apoyo a las spin-                                           | N/D                         | Siete tipos de spin-off en                                                             | Bélgica, Alemania | N/D                                                               | Diseño de tres modelos para                              | Estos tres modelos presentados a partir de la experiencia europea son (1) <i>Low Selective</i> cuyo                                                                                                                                                                                                                           |

|                              |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                 |                                                                                     |                                       |                                                                                                               |                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Velde, and Vohora (2005)     | de empresa Teoría de los recursos y capacidades                   | les, recursos humanos, recursos tecnológicos, recursos físicos, recursos financieros y recursos en red.                                                                                                              | offs, modelo de apoyo selectivo y modelo de incubación                                                                                               |                                                                                                                                                 | cinco países europeos                                                               | , Francia, Italia, Holanda e Irlanda. |                                                                                                               | explicar diferentes tipos de spinouts con diferentes necesidades de recursos. Validación de casos.       | objetivo es crear tantas empresas como sea posible; (2) <i>Supportive</i> buscando la comercialización de la tecnología en ciertas áreas de especialidad; y (3) <i>Incubator</i> creando condiciones favorables para el desarrollo de las <i>spin offs</i>                                    |
| Di Gregorio and Shane (2003) | Espíritu empresarial académico                                    | 1. Disponibilidad de capital de riesgo, 2. Investigación con orientación comercial, 3. Eminencia intelectual, 4. Sistema de incentivos y regalías, 5. Incubadoras, 6, Políticas de adquisición de capital accionario | El número de start ups en alguna universidad en un año dado.                                                                                         | Número de invenciones, número de empleados en la oficina de licenciamiento, gastos de investigación patrocinada y variables dummy por cada año. | 116 universidades encuestadas en 1994 y 1998 con una tasa de respuesta del 87%      | EUA                                   | N/D                                                                                                           | Modelos de regresión binomial negativo                                                                   | Tres aspectos son clave en la formación de nuevas empresas start up: (1) eminencia intelectual de la facultad; (2) disposición de la universidad para recibir paquetes accionarios y compartir riesgos; (3) bajas regalías a los inventores como incentivo para que funden su propia empresa. |
| Druilhe and Garnsey (2004)   | Teoría de recursos y capacidades y teoría de la firma de Penrose. | Requerimiento de recursos                                                                                                                                                                                            | Tipos de empresa: de consultoría, servicios técnicos, software, desarrollo de productos, servicios y contrato de investigación y desarrollo.         | N/D                                                                                                                                             | 216 empresas emanadas de la universidad de Cambridge, entre el período 1984 y 2002. | Reino Unido                           | Empresas de consultoría, compañías de desarrollo de productos, software y empresa manufacturera de productos. | Análisis longitudinal de la creación de nuevas empresas divididas por tipo de compañía entre 1979 y 2002 | Las <i>spinoffs</i> académicas no son una categoría indiferenciada y varían de acuerdo al tipo de actividad y el conjunto de recursos que posee el empresario al iniciar la empresa (conocimiento previo, redes, recursos financieros).                                                       |
| Grandi and Grimaldi (2005)   | Espíritu empresarial académico y teoría de la organización.       | Articulación del papel que se desempeña en la empresa, experiencia previa, orientación al mercado,                                                                                                                   | Articulación que contempla nivel técnico, nivel estratégico, nivel organizacional, nivel financiero y nivel de planeación futura. Nivel de atracción | Actividades de investigación aplicadas, mecanismos de apoyo, socios no académicos, compromiso, heterogeneidad educativa y                       | 42 startups académicas                                                              | Italia                                | Electrónica, mecánica, software e internet                                                                    | Análisis de regresión OLS                                                                                | La articulación de la idea de negocios en el momento de la fundación de una empresa es afectada positivamente por el grado de experiencia previa en el conjunto de los emprendedores y por la articulación de roles dentro de los académicos fundadores.                                      |

|                                                                  |                                                                               |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                       |             |                                                                                |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                  |                                                                               | frecuencia de interacción con agentes externos.<br><br>Escala Likert                                                                                                                           | en el mercado de un nuevo producto o servicio.<br><br>Escala Likert                                                    | nivel de competencia del equipo.                                                                                                                                                  |                                                                                                       |             |                                                                                |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Harmon Ardishvili, Cardozo, Elder, Leuthold, and Parshall (1997) | Espíritu empresarial académico y teoría de la vinculación academia-industria. | Tipo de relación entre la universidad y la industria.                                                                                                                                          | Tipo y tamaño de tecnología transferida.                                                                               | N/D                                                                                                                                                                               | 36 compañías con vínculos con la universidad de Minnessota que adquirieron 39 diferentes tecnologías. | E.U.A.      | Software, video, dispositivos médicos, horticultura, farmacéuticos y químicos. | N/D                              | Las empresas <i>spin off</i> pueden ser creadas ex profeso para vender la tecnología inventada en laboratorio de la universidad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Hayter (2011)                                                    | Espíritu empresarial académico, Desarrollo económico                          | Difusión tecnológica, Desarrollo tecnológico, Ganancias financieras personales, Servicio público, efecto de colegas, mejoramiento en carrera, creación de nuevos trabajos y mejora de técnicas | Motivación y éxito en nuevas empresas académicas                                                                       | N/D                                                                                                                                                                               | 74 nuevos empresarios académicos                                                                      | E.U.A       | N/D                                                                            | Entrevistas                      | Empresarios académicos establecen empresas por diversas razones, incluyendo el desarrollo de la tecnología, ganancia financiera personal, servicio público, enriquecimiento, carrera, creación de empleo y mejora de habilidades. Motivaciones empresariales también están relacionadas con la influencia de sus compañeros y las <i>spin-offs</i> pueden actuar como una plataforma de consulta y acceso a las subvenciones oficiales. |
| Link and Scott (2005)                                            | Espíritu empresarial académico, parques científicos en biotecnología.         | Edad del parque científico, millas de la universidad al parque, estatus de la universidad en términos de los gastos en investigación y desarrollo                                              | Porcentaje de organizaciones en el parque científico que son compañías <i>spin-offs</i> universitarias en el año 2002. | Universidad privada o pública, si el parque es operado por la universidad, si biotecnología es la tecnología dominante del parque y región dónde se localiza la <i>spin-off</i> . | 51 <i>spin-offs</i>                                                                                   | EUA         | Biotecnología y tecnología de la información.                                  | Modelo Tobit                     | Los parques científicos que están geográficamente cerca de la universidad generan una mayor cantidad de <i>spin offs</i> con especial énfasis en áreas como la biotecnología.                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lockett and Wright (2005)                                        | Teoría de los recursos y                                                      | Gasto total de investigación en el 2001,                                                                                                                                                       | Nuevas empresas <i>spin-offs</i> formadas en 2002 e                                                                    | Intensidad de la investigación y desarrollo en la                                                                                                                                 | 98 universidades en el Reino                                                                          | Reino Unido | N/D                                                                            | Modelos de regresión de Poisson. | Nuevas empresas <i>spin off</i> están determinadas por gasto universitario en protección IP, las capacidades de desarrollo de negocio de las OTT                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                             |                                                                                              |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                      |                                                                |          |                                                                                    |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             | capacidades y comercialización de la tecnología universitaria.                               | gasto externo en propiedad intelectual, empleados de tiempo completo dedicados a las actividades de las spin-off, experiencia en las actividades de tecnología e incentivos y recompensas. | inversiones de capital en todas las compañías de <i>spin-offs</i> en 2002.                                        | región local en 2001.                                                                                                                                                                                | Unido entre 2001 y 2002                                        |          |                                                                                    |                                                                                                       | y el régimen de regalías de la Universidad.                                                                                                                                                                                                                   |
| Markman, Phan, Balkin, and Gianiodis (2004) | Espíritu empresarial académico.                                                              | Incubadora universitaria, investigación patrocinada, licenciamiento o por efectivo, licenciamiento o por acciones de capital.                                                              | Empresas start-ups entre 1998-2001, empresas start-up en proceso de creación.                                     | Estructura tradicional de las OTT, con fines de lucro y fundaciones de investigación sin fines de lucro.                                                                                             | 128 OTTs                                                       | EUA      | N/D                                                                                | Una matriz de correlación entre las estructuras de la OTT, estrategias de licenciamiento y start-ups. | Incentivos monetarios dados a los científicos cuyas invenciones fueron licenciadas con éxito se relacionan negativamente con el número de licencias de capital accionario en empresas jóvenes y el número de <i>startup</i>                                   |
| Nerkar and Shane (2003)                     | Espíritu empresarial académico y administración de la innovación tecnológica.                | Radicalidad de la invención, amplitud de la patente y concentración de la industria.                                                                                                       | El evento de fracaso de una empresa start-up.                                                                     | 1. Tipo de tecnología. 2. Empresas biotecnológicas, 3. Número de empresas en la industria, 4. Capital de riesgo en la industria, 5. Tecnología de propósito amplio, 6. El empresario es el inventor. | 128 nuevas compañías de tecnología fundadas entre 1980 y 1996. | MIT, EUA | N/D                                                                                | Modelo matemático para calcular la tasa de riesgo del fracaso de una compañía.                        | Las nuevas empresas de alta tecnología menos probabilidades de fracasar si explotan tecnología radical y tienen patentes de amplio alcance en ambientes industrialmente fragmentados.                                                                         |
| O'Shea, Allen, Chevalier, and Roche (2005)  | Teoría de los recursos y capacidades, teoría institucional y espíritu empresarial académico. | Recursos institucionales, capital humano, recursos financieros.                                                                                                                            | El número de compañías <i>spin offs</i> generadas en la universidad <i>i</i> en el tiempo <i>t</i> . Fuente AUTM. | Presencia de escuela de medicina, tipo institucional, privada o pública; contexto regional; número de patentes, y fondos                                                                             | 113 universidades. Encuesta AUTM 1980-2001.                    | E.U.A.   | Computación, ciencias físicas, química, ingeniería, ciencias ambientales, ciencias | Análisis de regresión.                                                                                | La creación de nuevas empresas <i>spin offs</i> está determinada por la calidad de la facultad, financiación de la industria, una base comercial fuerte, orientación hacia la biotecnología, medicina, química y computación, así como experiencia de la OTT. |

|                                    |                                                                                          |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                         |                                                       |                                                  |             |                                                                                                  |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    |                                                                                          |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                         | presupuestales.                                       |                                                  |             | de la vida y agricultura.                                                                        |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Powers and McDougall (2005)        | Teoría de los recursos y capacidades . Espíritu empresarial académico.                   | 1. ingresos industriales de la universidad en investigación y desarrollo, 2. Calidad de la facultad, 3. Importancia de la patente, 4. Edad de la OTT, 5. Disponibilidad de capital de riesgo. | Número de nuevas empresas start-ups                                                                                                                                                     | Tamaño de la facultad y presupuesto de la universidad | 120 universidades entre 1991 y 2000              | EUA         | N/D                                                                                              | Análisis de regresión binomial negativo.                  | El éxito de nuevas start ups y de empresas que lanzan una IPO explotando una licencia universitaria es una función de la calidad de la facultad, el nivel de financiación industrial y la disponibilidad de capital de riesgo en la región.                                                                                                                                       |
| Vohora, Wright, and Lockett (2004) | Comercialización de la tecnología universitaria y teoría de los recursos y capacidades . | <i>Spin-offs</i> de alta tecnología                                                                                                                                                           | Recursos identificados como críticos en las fases de desarrollo de las empresas: 1. Investigación, 2. Marco de oportunidad, 3. Pre organización, 4. Reorientación y 5. Sustentabilidad. | N/D                                                   | 9 <i>spin-offs</i> de 7 diferentes universidades | Reino Unido | Optica, genética, microchips, software, realidad virtual, biomédica, materiales y células madre. | Estudios de caso con entrevistas directas a las empresas. | Las <i>spinoffs</i> se desarrollan en cinco fases: investigación, visión de oportunidad, organización previa, etapa de reorientación y rendimientos sostenibles. En la transición entre fases hay cuatro momentos críticos en cuanto a los recursos y capacidades para la siguiente fase: reconocimiento de oportunidades, compromiso empresarial, credibilidad y sostenibilidad. |

