

Revista Electrónica Nova Scientia

Contraste empírico de la transferencia de
tecnología en tres empresas de agricultura
protegida en México

Empirical contrast of technology transfer
models: the case of three companies of protected
agriculture in Mexico

Carlos Gabriel Borbón Morales y Marisol Arvizu Armenta

Posgrado en Desarrollo Regional, Centro de Investigación en Alimentación y
Desarrollo, A.C.

México

Carlos Gabriel Borbón Morales. E-mail: cborbon@ciad.mx

Resumen

De acuerdo a algunos modelos teóricos de la transferencia de tecnología las empresas aprenden de otras empresas; en otras ocasiones las tecnologías se transfieren a partir de una política dirigida por el Gobierno donde las firmas, los centros de investigación y las instituciones de educación superior confluyen trasladando el conocimiento de un actor a otro; otro más, advierte la participación activa de la sociedad civil, que derivado de sus necesidades se transforma en el eje que articula el tránsito del conocimiento hacia su aplicación.

En este trabajo se realiza un análisis de dichos modelos, con el fin de contrastarlos empíricamente utilizando casos de empresas que incorporan tecnología para la producción de hortalizas en invernaderos, caracterizando a sus actores, relacionando estas características y evaluando y las formas en las cuales estas empresas han vivido sus procesos de contacto, adaptación y modificación de la tecnología.

Palabras clave: transferencia de tecnología, agricultura protegida

Recepción: 14-09-2014

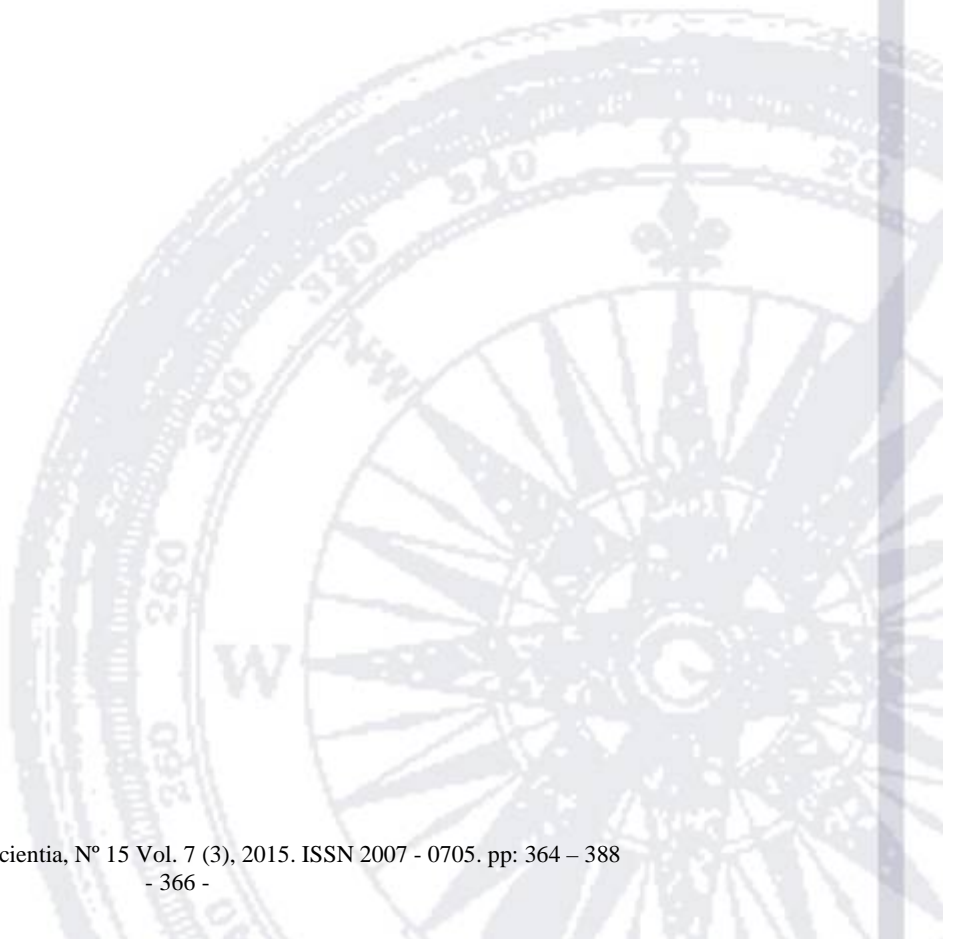
Aceptación: 20-07-2015

Abstract

According to some theoretical models of technology transfer companies learn from other companies; on other occasions technologies are transferred from a policy directed by the Government where firms, research centers and institutions of higher education converge transferring knowledge from one actor to another; another model, warns the active participation of civil society, which derived their needs becomes the axis that articulates the transition from knowledge to application in the company. This paper presents an analysis of these models, in order to contrast empirically using cases of companies that incorporate technology for the production of vegetables, characterizing its actors, linking and evaluating these characteristics

and the ways in which these companies have experienced is done contact processes, adaptation and modification of technology.

Keywords: technology transfer, greenhouse



Introducción.

La producción de hortalizas, hierbas aromáticas, frutillas y flores, han experimentado, no sólo en México sino en el mundo una tendencia de crecimiento; influida principalmente por los cambios en los estilos de vida y los patrones de consumo donde la propensión es a consumir más vegetales frescos, ya sea a través de influencias culturales o políticas gubernamentales como el programa nacional de frutas y vegetales o 5 al día en los Estados Unidos. (Cook, 1997) (FAO, 2001)

En el ámbito de la oferta, los productores mexicanos que ven en la exportación sus mercados meta, aún y cuando ya no se enfrentan con barreras arancelarias para el ingreso de sus productos; ahora se afrontan a las barreras no arancelarias o barreras técnicas; las cuales se manifiestan en el cumplimiento de medidas y estándares de calidad, inocuidad y sanidad. Que redundan en aplicación de buenas prácticas de producción, logística comercial. Así como las demandas de dumping, entre otras (Avendaño, Schwentesius, & Lugo, 2007)

Ante esto, este tipo de empresas buscan ser más eficientes en sus estrategias organizativas, de logística y por su puesto en la incorporación y/o adaptación de tecnología, que les permita incrementar su productividad y estar en posibilidades de aprovechar las ventanas de comercialización más favorables para su modelo de negocio.

Si a esto le sumamos que la actividad también está expuesta a factores externos como los climatológicos, ataque de enfermedades y plagas, movimientos de variables macroeconómicas, tales como la tasa de interés y el tipo de cambio, entre otras, se sitúa un escenario multifacético donde el productor debe buscar no sólo mantener su posición en el mercado, sino procurar incrementar sus niveles de rentabilidad sin descuidar el impacto de los factores externos en su producción.

Autores como (Abramovitz, 1956), (Kendrick, 1956) y (Solow, 1957), reconocen al progreso tecnológico como la fuerza motriz del crecimiento económico, la productividad y por ende del mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

Así, para la agricultura protegida (AP), una de las estrategias seguidas para maniobrar estos y otros factores imponderables en la producción de hortalizas frescas bajo cubiertas como malla sombra, túneles, macrotúneles e invernaderos, es la inclusión de tecnología, misma que de acuerdo a los criterios regulatorios de la Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos (AMCI), “es una forma de producción agrícola basada en el aprovechamiento de estructuras metálicas, usada para el cultivo y/o protección de plantas, con cubierta de película plástica

traslúcida que impide el paso de la lluvia al interior y que tiene por objetivo reproducir o simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en el interior”. (NMX-E-255-CNCP-2008).

Los procesos que ha asumido la transferencia de tecnología (TT) en la AP han seguido varios patrones que responden a las citadas condiciones agroclimáticas, de mercado, de política gubernamental, y de la asimilación de la tecnología que la misma empresa realiza.

Este documento presenta los resultados de una investigación que contrastó tres modelos de transferencia tecnológica en empresas mexicanas, exportadoras de hortalizas con similar nivel tecnológico y diferente arreglo organizacional, indagando en las particularidades que en materia de transferencia tecnológica ocurren y relacionando éstas con lo que la literatura reporta.

El objetivo de este trabajo es caracterizar los modelos de transferencia de tecnología y a las empresas que los adoptan, para contrastar los elementos conceptuales que ofrece la teoría de transferencia con la experiencia empírica de los empresarios que participan en el proceso.

Este documento se divide en cuatro secciones: En la primera se lleva a cabo la caracterización de las empresas participantes en el estudio. La segunda sección se destina a realizar la identificación de los modelos teóricos de la transferencia de tecnología. La tercera relaciona los elementos teóricos con las acciones de las empresas. Por último, en la cuarta se presenta un apartado de conclusiones y recomendaciones.

La metodología de investigación consistió en la revisión bibliográfica para la caracterización de los modelos teóricos en transferencia de tecnología. Posteriormente se construyó un instrumento cualitativo, a manera de entrevista semi-estructurada, que permitió recabar la opinión de actores clave en los procesos de TT, entre los que se encuentran: técnicos de producción, técnicos de empaque de hortalizas, propietarios y socios de las empresas, administradores generales y encargados del programa de inocuidad. Captando principalmente tres aspectos: el contacto inicial con la tecnología; la descripción de la tecnología y el proceso de asimilación tecnológica.

1.- Caracterización de empresas participantes en el proceso de transferencia de tecnología

a).- Ceiba de la Cuchilla SPR de RI, Cajeme, Sonora, México.

Esta empresa se crea en 1997, conformada con 42 socios ejidatarios reconvertidos del sector productor de trigo y maíz a exportadores de hortalizas con destino a mercados de los Estados Unidos, principalmente envía tomate en racimo, cherry y tomate bola, entre otros.

En sus inicios utilizan el tipo de invernadero israelita plano o tipo parral, cuyas principales ventajas son: adaptabilidad al terreno, resistencia al viento, uniformidad luminosa. Y sus principales desventajas: captan poco volumen de aire, mala ventilación, demasiada especialización en su construcción, difícil instalación de ventanas cenitales, rápido envejecimiento de la instalación, muy vulnerables al viento, favorece la proliferación de enfermedades. Cabe hacer notar que con esta tecnología todas las piezas e insumos se tenían que importar.

Debido a estas problemáticas la empresa realizó adaptaciones y una vez que pudieron expandirse, ahora utilizaron la tecnología de invernaderos tipo capilla, la diferencia tecnológica radica en las ventajas de éste respecto al anterior modelo, ya que es: de fácil construcción, aceptable para la colocación de todo tipo de plástico en la cubierta, la ventilación de paredes es fácil y se pueden hacer grandes superficies, con mecanización sencilla, fácil evacuación del agua y por lo tanto no proliferan tantas enfermedades. Con esta tecnología algunos los insumos y piezas para el invernadero son sujetas de adaptación y se pueden producir en la misma empresa.

En esta empresa la toma de decisiones recae en un área administrativa, técnica y de mercado, dando cuenta posteriormente al grupo de socios.

b).- FIDESUR¹, Sandia, Aramberri, Nuevo León, México.

A diez años del nacimiento de Ceiba de la Cuchilla, se crea en el 2008 la empresa “Tecnoparque Hortícola FIDESUR Sandia” en el municipio de Aramberri, Nuevo León. Los actores principales según (Comisión para el Desarrollo Agropecuario, 2010) son:

- a).- 112 productores integrados en nueve Sociedades de Producción Rural y una Integradora, produciendo tomates principalmente.
- b).- Gobierno Federal (SAGARPA).
- c).- Gobierno del Estado (FIDESUR, SEDEC y Corporación para el Desarrollo

¹ Fideicomiso para el Desarrollo del Sur del Estado Nuevo León (FIDESUR).

Agropecuario).

d).- Instituciones Académicas y de Investigación: UANL y UDEM.

e).- Empresarios: Tecnoparque “El Centenario” y Tecnoparque ”Terranova”

f).- Instituciones de crédito: Fideicomisos instituidos en relación a la agricultura (FIRA), Fideicomiso Fondo de Garantía Complementaria de las Empresas de Solidaridad del Estado de Nuevo León (FOGALEON) y Banco del Bajío.

La tecnología utilizada en esta empresa consta de 80.6% de los invernaderos desarrollan el cultivo en suelo natural, 19.3% en suelo mezclado con sustrato estéril, y 0.1% en hidroponía, migrando hacia esta última tecnología, la cual consiste en la técnica de producción intensiva de plantas, que se caracteriza por abastecer el agua y los nutrientes de manera controlada y de proporcionar a las plantas los elementos nutritivos en las concentraciones y proporciones más adecuadas, a través de una solución de elementos esenciales (SAGARPA, 2012).

El tipo de tecnología que predomina es el de capilla, evidenciando las ventajas que en la sección anterior se enumeraron.

c).- Bioespacios de Etchohuaquila, Unión de cooperativas de producción.

Esta empresa nace el 2012 y tiene su origen desde la sociedad civil, liderando el proceso de capacitación y organización la asociación de productores de hortalizas en invernaderos de Sonora (ASPHINS, A.C.), el producto de intervención tuvo como resultado la conformación de ésta sociedad cooperativa creada para el desarrollo social comunitario del ejido de Etchohuaquila, Sonora, donde participan 116 sociedades cooperativas principalmente indígenas mayos del sur de Sonora, productores de hortalizas orgánicas tales como: tomates, chícharos, cebollas, chiles y berenjenas, entre otros.

Esta empresa utiliza principalmente malla sombra que consiste en cubiertas de tejidos o redes que se colocan sobre postes para proteger a los cultivos de los daños físicos ocasionados por el granizo y permitiendo el paso de la lluvia y la energía luminosa. Son relativamente fáciles de instalar y de poco peso por lo que no requieren de estructuras de soporte complejas y robustas (Bastida, 2011).

Quizá el avance tecnológico en este caso no está por el lado de las estructuras, sino por el paquete tecnológico de manejo integrado ya que ahí se cultivan productos orgánicos, lo cual requiere de una alta preparación y conocimiento en el manejo holístico.

2.- Transferencia de tecnología: conceptos, actores y modelos.

En su sentido más amplio se entiende por transferencia de tecnología al movimiento y difusión de una tecnología o producto desde el contexto de su invención original a un contexto económico y social diferente (Becerra, 2004). Es decir, la TT es el proceso mediante el cual la empresa obtiene acceso a los avances tecnológicos desarrollado por los científicos a través del traslado de dichos desarrollos al ámbito productivo, que se expresa en la transformación en bienes, procesos, servicios útiles y aprovechables comercialmente, implicando la adopción de una nueva técnica o conocimiento que dan como resultado la innovación (López M., Mejía J. y Schmal R., 2006).

La TT, también es considerada un vínculo que se establece entre organizaciones orientado a difundir, incorporar, ceder y/o vender conocimientos científicos y tecnológicos de una manera formal, donde intervienen seis elementos: emisor, receptor, medio para realizar la transferencia, objeto de transferencia, agente intermediario y facilitadores del proceso (Beraza J.M., Rodríguez A., 2010).

Donde, para que se lleve a cabo de manera efectiva, es necesario tener definidos a los agentes involucrados, desde la generación del conocimiento hasta su aplicación. En este sentido en (Siegel D., Phan P., 2004) se proponen como actores que intervienen directamente a:

- científicos universitarios: como productores primarios de conocimiento.
- administradores de tecnología: representantes de los intereses de los generadores de conocimiento (generalmente universidades y centros de investigación), en la negociación del conocimiento producido por los científicos universitarios, conocidos en general como las oficinas de transferencia de tecnología (OTT), que surgen como intermediarios entre las universidades, centros de investigación y la industria, facilitando la comercialización del conocimiento a través del licenciamiento, alianzas u otros arreglos comerciales para la venta del capital intelectual producto de la investigación.
- las empresas: quienes “consumen” las tecnologías pactadas en el proceso de transferencia.

Además se tienen otros actores que participan de manera indirecta dentro de la TT como son:

- científicos de la industria: son los encargados de analizar la incorporación del conocimiento adquirido de las universidades y centros de investigación para utilizarlo dentro del proceso de innovación.

- el gobierno: como generador de políticas públicas que regulan el proceso de transferencia.

Los actores descritos por (Siegel D., Phan P., 2004) y el concepto de TT concebido como un proceso que se da entre éstos, trae como consecuencia que existan diferentes formas de llevarse a cabo, dando lugar al origen de diferentes modelos de transferencia.

Según la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (2010), un modelo de transferencia de tecnología se compone principalmente de tres elementos:

- *Cómo se adquiere el conocimiento externo*: elemento donde se define el patrón a seguir, es decir se analiza al agente que transfiere, los medios que utiliza para el proceso y el objetivo que lo impulsa.

- *Quién lo adquiere*: son agentes receptores de la tecnología ofrecida por los centros de investigación y universidades, básicamente está compuesto por las empresas que incorporan los conocimientos y tecnología a sus procesos de producción, generando innovación.

- *En qué entorno se realiza*: es el elemento que captura las externalidades que afectan al modelo de transferencia, que permite establecer cuáles son los elementos favorables y los obstáculos a los cuales se enfrenta el proceso.

Las premisas que se presuponen guían a los Centros de Investigación (CI) e Institutos de Educación Superior (IES), tienen como principal objetivo contribuir a la generación y difusión del conocimiento científico y tecnológico, formando recursos humanos especializados que apoyen al sector público y social en la innovación y competitividad. Estos objetivos se cumplen al tener equilibrio en las actividades de investigación, docencia y vinculación en un medio interdisciplinario.

2.1.- Caracterización de los modelos de transferencia de tecnología.

El análisis de modelos de TT se ha perfeccionado a través del tiempo, incorporando agentes, variables y entornos al proceso que lo hacen complejo, pero a la vez lo acercan mejor a la realidad.

Durante los años ochentas y a principio de los noventas el proceso de transferencia no contaba con un enfoque integrado ni sistémico de los elementos. En este caso el análisis se centraba en los agentes que participaban, especialmente a las empresas, quienes en última instancia son los usuarios finales.

Posteriormente, las IES y los CI empezaron a incluir en sus líneas de trabajo, tanto el análisis de transferencia de tecnología, como las formas de integración de estas instituciones como el eje articulador en el proceso de transferencia, dando lugar a varios modelos de aproximación en el estudio del fenómeno. A continuación se describen los principales modelos:

a).- Modelo lineal: Se entiende como una fase conformada por una secuencia lineal de varias etapas, sustentada en la suposición que el conocimiento puede ser expresado como una línea continua que se origina con el descubrimiento que tiene su origen en el campo de investigación básica y se transfiere hacia un campo de investigación aplicada y de producción de tecnología, en quienes se origina suficiente interés para la solicitud de patentes, o alguna otra forma de licenciamiento. (Siegel D., Phan P., 2004)

Dentro de este modelo las instituciones de educación e investigación juegan un papel sólo de creadores de conocimiento, que es originado a partir de problemas teóricos de las diferentes disciplinas, por lo cual el papel del científico es unidireccional. Además suele ser abstracto y crea la impresión de que a mayor inversión en estas instituciones, surgirá una mayor producción de conocimiento y tecnología susceptible a ser utilizada, incrementando de esta manera la competitividad de las empresas receptoras.

La realidad es que si bien este modelo representa una parte, no abarca todos los elementos que participan, obviando elementos importantes; tales como las políticas públicas y el entorno que envuelve el proceso.

Figura 1. Modelo lineal de transferencia de tecnología



Fuente: Elaboración propia en base a (López M., Mejía J. y Schmal R., 2006)

b).- Modelos dinámicos o heterodoxos. El modelo lineal ha sido cuestionado dentro de la literatura (Becerra, 2004), (Henderson, Jaffe, & Trajtenberg, 1998) (Scorsa, 2002)) destacando la

complejidad y evolución que ha incorporado a lo largo del tiempo diferentes entornos y agentes que han enriquecido su interpretación, acercándola a la práctica.

De esta manera, la innovación debe ser interpretada como un proceso evolutivo, el cual parte de un estado inicial para posteriormente sufrir mutaciones ocasionando mecanismos que propician la selección de los organismos más aptos. En términos económicos el estado inicial se refiere a la etapa en la cual se ubican los agentes antes del proceso, las mutaciones son los conocimientos y tecnología incorporados al proceso productivo de la empresa, finalmente la selección es llevada a cabo por el mercado. Debido a la crítica que la literatura presenta al modelo lineal y fruto de un estudio realizado en Siegel, 2004, propone 10 propuestas o supuestos básicos para un modelo dinámico de transferencia:

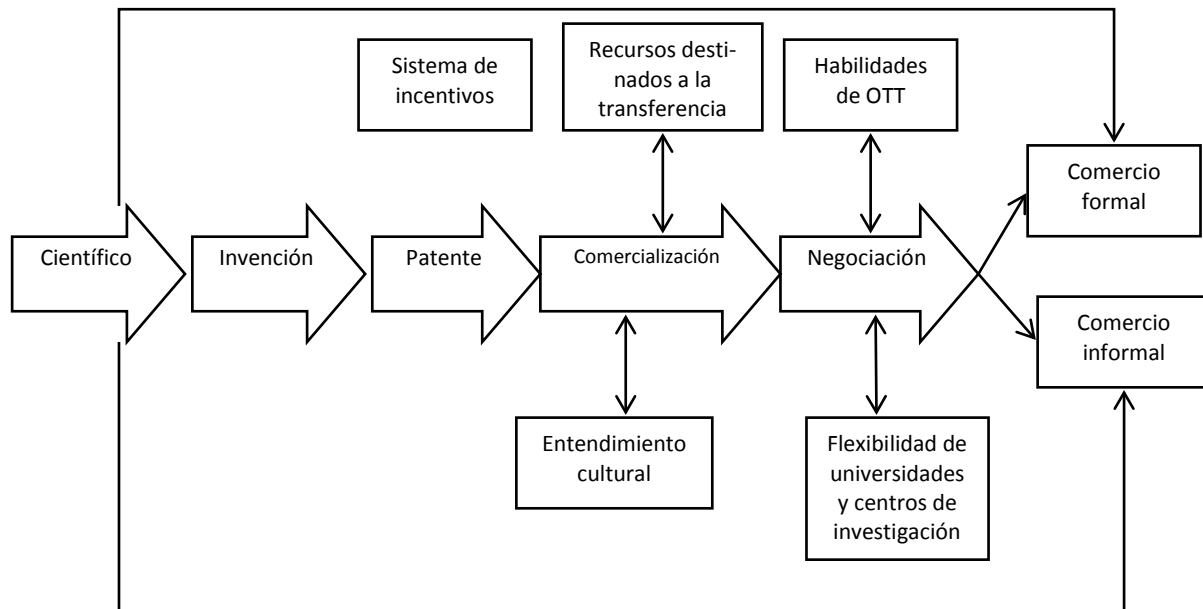
- Las IES y CI que proveen mayores incentivos a la participación de los investigadores en transferencia de tecnológica, generan un mayor número de patentes y licencias.
- Las universidades y centros de investigación que asignan más recursos a las OTT generan más patentes y licencias.
- Las IES y CI que asignan más recursos a las oficinas de transferencia dedican más esfuerzos a mercadear las tecnologías en la industria.
- Un bajo nivel de entendimiento cultural reduce la efectividad de los esfuerzos de las IES y CI por comercializar los resultados de sus investigaciones.
- Un bajo nivel de entendimiento cultural impide la negociación de los acuerdos de licenciamiento.
- Las OTT administradas por personas con experiencia y habilidades de mercadeo dedican mayores esfuerzos en establecer alianzas con empresas.
- Las OTT administradas por personas con experiencia y conocimiento en negociación son más exitosas al concretar los acuerdos de transferencia de tecnología con las empresas.
- Baja flexibilidad administrativa por parte de las IES y CI se deriva en un menor número de acuerdos de transferencia con las empresas
- Cuando la inflexibilidad administrativa de estas instituciones es alta, los investigadores tienden a evadir el proceso formal de transferencia y recurren a otros mecanismos informales.

- Las IES y CI que se involucran en la transferencia de conocimiento científico y tecnológico a las empresas experimentan un incremento en la investigación básica.

La ruta que sigue el conocimiento, desde el momento en el cual es concebido por el científico hasta llegar a manos de las empresas funciona de manera ágil en este modelo de transferencia y, en algunos casos, puede significar una fuente importante de ingresos para las IES y CI, dependiendo de las políticas, reglamentos y presupuesto que haya sido invertido, además de la consideración de los 10 supuestos básicos arriba mencionados (Siegel D., Phan P., 2004).

Cuando se conjugan los elementos propuestos por Siegel, 2004, se establece una ruta para comercializar tecnología y conocimiento a través de licencias, patentes y algunos otros mecanismos de transferencia, tomando en cuenta que este modelo también prevé las cuestiones informales además de que señala factores que son determinantes para el éxito del proceso y que se tienden a obviar en el modelo lineal, tales como el entendimiento intercultural; en el sentido de un proceso de intercambio que, a través de mediaciones sociales, políticas y comunicativas, permitan construir espacios de encuentro, diálogo y asociación entre seres y saberes, sentidos y prácticas distintas; la preparación conocimiento y habilidades de negociación por parte de las OTT; los recursos que deben asignarse para la intermediación efectiva; los incentivos por parte de las universidades y centros de investigación para la investigación. (Catherine, 2005).

En esencia el modelo dinámico concibe al proceso de TT tomando en cuenta tanto factores internos como externos, sin embargo, al presentarse como propuesta más integral respecto del modelo lineal, no contempla actores externos de fundamental importancia como por ejemplo el gobierno y la aplicación de políticas públicas.

Figura 2. Modelo heterodoxo de transferencia de tecnología

Fuente: Elaboración propia en base a (Siegel D., Phan P., 2004)

c).- *Modelo de triple hélice.* Con la evolución en la teoría del proceso de transferencia de tecnología se han incorporado al análisis de agentes determinantes para su desarrollo eficaz. El modelo de triple hélice permite incorporar al gobierno y los efectos de políticas públicas en el desarrollo de ciencia y tecnología. Este no es un aspecto aislado pues encuentra sus bases en la evolución del modelo económico aplicado en las economías de los países tanto desarrollado como en vías de desarrollo.

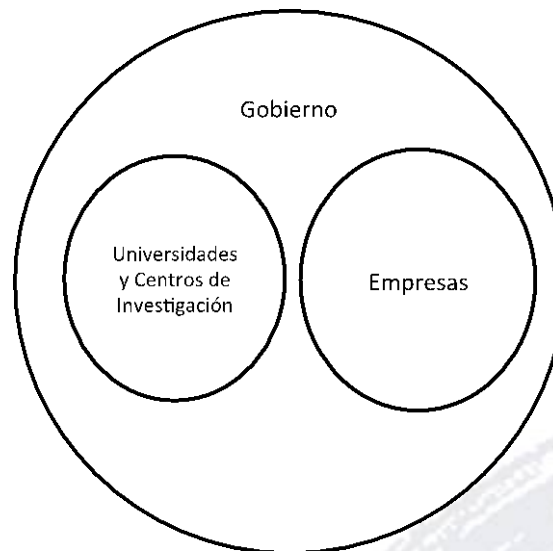
La principal diferencia entre este modelo de los dos anteriores estriba en una perspectiva sociológica para el análisis de la innovación, proporcionando una herramienta óptima para el desarrollo de políticas de innovación; ya que se propone como complemento a la economía evolutiva del cambio tecnológico tomando como elementos a la reflexividad y la comunicación (Leydesdorff, The triple helix model and the study of knowledge-based innovation systems, 2005), por lo que representa un modelo que busca impulsar la innovación, constituye pues una herramienta para ofrecer argumentos teóricos que permitan y justifiquen decisiones de política pública que promuevan la innovación.

El modelo de triple hélice centra el análisis en las relaciones e interacciones mutuas entre las universidades y los entornos científicos, las empresas e industrias y las administraciones o gobiernos. Atiende a las interacciones y comunicaciones entre actores e instituciones de los tres

actores, pues asume que la innovación surge de las interacciones mutuas entre ellas: el potencial para el conocimiento innovador, los recursos económicos y las posibilidades de mercado, y las normas e incentivos de las políticas públicas de innovación (Etzkowitz, 2003).

Dicho modelo tiene su origen en la universidad empresarial surgida en los Estados Unidos donde existe una amplia tradición de colaboraciones entre los entornos académicos e industriales, entre la universidad y las agencias gubernamentales, entre el gobierno y las industrias (Etzkowitz, 1989). Las relaciones entre las esferas de la ciencia, el Estado y las empresas, se remontan al origen mismo de la ciencia moderna. (Etzkowitz, 2003).

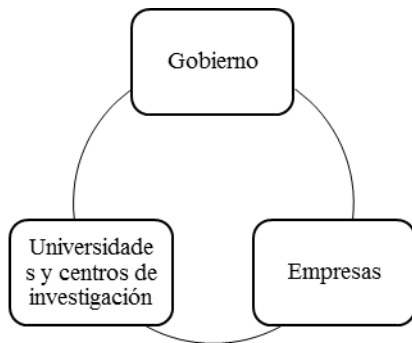
Figura 3. El modelo triple hélice de la transferencia de tecnología



Fuente: (Etzkowitz H., Leydesdroff L., 2000).

El modelo de triple hélice cuenta con varias etapas en su desarrollo, en primera instancia se tiene la concepción del Estado como un actor que acompaña el comportamiento entre IES, CI y empresas, encargándose de dirigir las relaciones e interacciones que se den entre ellas.

Después surge una segunda versión del modelo donde las empresas, el gobierno y las universidades y centros de investigación cuentan con roles definidos y ámbitos de acción claramente delimitados, que si bien se relacionan no se interponen uno sobre otro.

Figura 4. Segunda versión del modelo de triple hélice

Fuente: (Etzkowitz H., Leydesdroff L., 2000)

Finalmente surge una tercera etapa del modelo donde las instituciones además de realizar funciones propias determinadas en la segunda etapa, también asumen funciones de las otras. Como ejemplo se tienen las empresas que nacen a partir de las iniciativas de las IES y CI, que se encargan de roles propios de gobierno como el impulso al desarrollo regional, o como las empresas que cuentan con laboratorios o que simplemente invierten en investigación y desarrollo para la mejora de nuevos productos o nuevos conocimientos. Se da incluso el nacimiento de instituciones que no se sitúan dentro de las tres esferas pero cumplen con funciones que dan cuenta de una nueva realidad, estas instituciones son pequeñas empresas u OTT.

Dentro de esta última etapa del modelo de triple hélice, se plasma la complejidad del proceso de TT presentándolo como un proceso multidisciplinario donde la red de relaciones entre instituciones se desvanece y las funciones que eran específicas o privativas para una institución, ahora se ven invalidadas; las universidades crean empresas, las empresas crean unidades de investigación y desarrollo y el Estado crea unidades de investigación pública y empresas.

Figura 5. Tercera fase del modelo de Triple hélice



Fuente: (Etzkowitz H., Leydesdroff L., 2000)

d).- *Modelo de Catch Up*. Este modelo está basado en la imitación y captación de tecnología creada por un tercero. Las distintas aportaciones sobre el *catch-up* se basan en la difusión internacional de la tecnología. Ésta juega un papel fundamental en el crecimiento económico y en los procesos de convergencia entre países.

Desde esta perspectiva, la diferencia tecnológica existente entre el país líder, que crea tecnología, y el seguidor que la capta e imita, se iría reduciendo. Esta hipótesis de *catch-up* implica por tanto, que cuanto mayor sea la diferencia tecnológica entre el líder y el seguidor, mayores serán las mejoras potenciales que se podrán introducir en los procesos productivos del país seguidor, y por tanto mayor será también el crecimiento potencial de éste frente al del país líder.

Algunos autores como (Kim, 2000) y (Becerra, 2004) advierten que este tipo de modelo cuenta con distintas fases dependiendo del país o empresa que lo adopte, en el caso de los países asiáticos se han detectado en la literatura dos tipos:

El primero cuenta con dos fases simples, la imitación de la tecnología y la apropiación del conocimiento que se da a través de la transición de la imitación a la creación de grupos de empresas que genere la movilidad del personal técnico especializado. Entre un periodo y otro destaca la participación del gobierno de estos países, quien tuvo la figura de facilitador dentro del proceso con presencia activa a través de políticas públicas que beneficiaron la creación de nuevas empresas que utilizaron la tecnología, como reformas educativas que impulsaron carreras orientadas al desarrollo de nuevas tecnologías.

El segundo modelo consta de cinco fases, que parten de la vigilancia tecnológica, donde se lleva a cabo un rastreo de los competidores, después viene la fase de apropiación, seguida de las mejoras y creación de nuevos productos como fases tres y cuatro respectivamente para terminar con la comercialización del producto mejorado.

e).- Participación de la sociedad civil en el proceso de transferencia de tecnología.

La transferencia de tecnología trata de un desarrollo que produce un aprendizaje en los distintos actores implicados, interactivo y multidimensional, en el cual intervienen diferentes formas de conocimiento, relaciones de reciprocidad y determinados mecanismos de comunicación.

Tradicionalmente, entre los elementos de la transferencia no se suele incluir la representación de la sociedad civil más allá de la administración. Sólo unos pocos autores como (Bozeman, 2000), (Guerin, 2001), (Leydesdorff, 2005) se cuentan entre los autores que involucran a colectivos ciudadanos en la TT. Así mismo, distintos autores de la filosofía de la tecnología como (Feenberg, 2002), (Cerezo, Sanz, & Todt, 1998) argumentan que para lograr un desarrollo tecnológico respetuoso con el medio ambiente y la sociedad, es necesario ampliar los intereses y los valores implicados en este proceso.

f).-El desarrollo tecnológico participativo.

El concepto de desarrollo tecnológico participativo se nutre de diferentes fuentes. Por un lado la investigación basada en la comunidad y por otro lado, los enfoques de desarrollo tecnológico participativo, que son la evaluación constructiva de tecnologías y la innovación guiada por el usuario.

La innovación basada en la comunidad es un enfoque de investigación más bien colaborativa entre investigadores y colectivos ciudadanos en temas de interés para la comunidad y donde ésta participa activamente. La evaluación constructiva de la tecnología es un enfoque relativamente nuevo dentro del campo de la evaluación de tecnologías que busca anticipar las consecuencias o los efectos de una tecnología, a fin de crear una base para la toma de decisiones en políticas públicas (Remmen, 1995, Schot, 2001). Sin embargo, su capacidad de contribuir a un cambio tecnológico es limitada por basarse en una concepción simplista del cambio tecnológico que confía en las políticas públicas.

Finalmente la innovación guiada por el usuario hace referencia procesos de innovación desde los ciudadanos, que se unen para innovar impulsados por movimientos sociales, organizaciones no gubernamentales (ONG).

Los distintos tipos de modelos de TT presentados cuentan con elementos comunes, sin embargo se distinguen por el énfasis que prestan a cada uno de los componentes que los conforman. Se puede observar como la transferencia de tecnología es dinámica y que puede migrar de un modelo a otro mediante la incorporación de nuevos actores, para ejemplificar lo anterior se presenta el contraste empírico tomando en cuenta tres empresas con tecnología de agricultura protegida, productoras de hortalizas de exportación, que corresponden a tres modelos de negocio y como son reflejo de modelos teóricos específicos.

3. Concordancia entre los modelos conceptuales de transferencia de tecnología y las empresas

Esta sección se destina al análisis de contraste entre los argumentos teóricos-conceptuales de los modelos y los resultados de entrevistas realizadas en tres empresas de AP, a saber: Ceiba de la Cuchilla SPR de RI, Cajeme, Sonora, México, Tecnoparque FIDESUR, Sandia, Aramberri, Nuevo León, México, y Bioespacios de Etchohuaquila, unión de cooperativas de producción, ejido de Etchohuaquila, Navojoa, Sonora, México.

A decir del técnico líder de Ceiba de la Cuchilla², “la tecnología en AP que ellos utilizan tuvo un trayecto que inicia con una empresa proveniente desde Israel, cuyas operaciones se enclavaron en la República Dominicana. Derivado de sus estrategias de expansión la empresa israelita llega a México por Yucatán, trayendo consigo todo el paquete tecnológico; las estructuras, los técnicos y la comercialización del producto. La táctica de crecimiento de esta empresa consistía en trabajar por tres o cuatro períodos productivos en Mérida, Yucatán, para transmitirles los conocimientos a los técnicos locales, y que a su vez éstos fueran quienes se trasladaran a los estados del noroeste de la República Mexicana como representantes de dicha empresa.”

Aquí, se advierte como se presenta un claro ejemplo de *catch up*; ya que las empresas yucatecas en un primer momento y después empresas sinaloenses, sonorenses y bajacalifornianas introdujeron la tecnología y el capital humano para operarla de manera completa a través de las empresas con tecnología israelita, incluyendo la capacitación de los técnicos nativos de la región, sin embargo las condiciones del área local exigieron la aplicación de cambios en la tecnología implantada, generando una serie de innovaciones aplicadas por los técnicos locales, que en este documento no se harán explícitas por no aplicar con el objetivo arriba propuesto.

² Entrevistas con Ing. Juan Carlos Estevez, técnico líder de proyectos A.P. en el Valle del Yaqui.

Durante la entrevista se abordó el proceso de transferencia de tecnología de la siguiente manera: “posterior al ingreso de las empresas con tecnología israelita, las necesidades de disminuir los costos de producción y al mismo tiempo que las empresas locales fueron entendiendo los procesos de producción, se da una asimilación de la técnica por parte de los trabajadores de la localidad, de tal suerte que ya no se requirieron los servicios de la empresa de Israel, así también algunos de los insumos que esta empresa traía como parte de su paquete inicial, empezaron a ser sustituidos por insumos locales, sobre todo los sistemas de riego y algunos materiales de construcción y estructuras de soporte del cultivo. El gobierno en esta primera etapa, no juega un rol decisivo y es el productor el que asume el riesgo y la toma de decisiones”.

Posteriormente, cuando Ceiba de la Cuchilla ya hubo asimilado el uso de la tecnología, ellos iniciaron a practicar adecuaciones a la tecnología implantada. Asimismo, empezaron a buscar tecnología más barata y acorde a su región; en este caso la tecnología española se convierte en una opción e inició la sustitución de la tecnología inicial.

Derivado de lo anteriormente descrito se observan las dos fases que se mencionan en la literatura, con algunos matices; en primera instancia la imitación de la tecnología israelita adaptada por técnicos capacitados en la misma empresa encargados de difundir la tecnología hacia los trabajadores con menor calificación. Seguida por una asimilación por parte de la empresa receptora y en una fase posterior por la modificación de algunos aspectos de la tecnología inicialmente recibida, que respondían a la potencial mejora de los productos de acuerdo a las condiciones presentadas y a las características particulares de la región.

Para Ceiba de la Cuchilla, de acuerdo al Ing. Estevez: “la participación del gobierno, en este caso, se llevó a cabo a través del rubro del financiamiento y mucho después con capacitación sobre las normas de calidad que se le exigen a los productores de exportación, no tanto en políticas públicas que beneficiaran el fortalecimiento de los productos. Respecto a las Universidades y CI, no tuvieron un papel preponderante en esta etapa, ya que todas las necesidades de capacitación estaban a cargo de los técnicos capacitados por la empresa en cuestión. Sin embargo en la actualidad se están llevando a cabo importantes esfuerzos para impulsar carreras que fortalezcan la base científica y tecnológica del país”.

El caso de FIDESUR parte de una estrategia gubernamental del estado de Nuevo León, consistente en la implantación de empresas de AP, privadas y del sector social, incentivadas

desde el gobierno del Estado y apoyadas con la participación de IES y CI de la región, tal es el caso de la facultad de agronomía y trabajo social de la Universidad de Nuevo León.

Esta línea de política tendiente a detonar regiones rurales marginadas e impulsar la tecnificación y reconversión productiva derivó en el establecimiento de tecnoparques hortícolas privados y sociales con visión empresarial. En el marco de FIDESUR, se han establecido 240 invernaderos con 71.2 has. para la producción de hortalizas, mediante el establecimiento de invernaderos individuales y a través del fortalecimiento y/o creación de este tipo de organizaciones. (Comisión para el Desarrollo Agropecuario, 2010)

Según el técnico participante de FIDESUR³ “En este caso la tecnología y los paquetes tecnológicos ya fueron más accesibles para los productores, de lo que fueron en el caso de Ceiba de la Cuchilla, incluso algunos de los aprendizajes de la empresa de Sonora, fueron trasladados al modelo para el diseño del tecnoparque; tal es el caso del empaque y canales de comercialización de exportación. En este caso también es importante resaltar que la apropiación de la tecnología fue más rápida y menos costosa, ya que los procesos de adaptación y de ensayo error que vivió la empresa anterior fueron utilizados como aprendizajes, además de la asesoría provista por la Universidad de Nuevo León y el involucramiento de estudiantes y profesionistas de la facultad de Agronomía que después se transformaron en socios-empresarios fueron la clave en una TT ágil y efectiva”.

Este es un caso que bien puede clasificarse como de triple hélice, donde la conducción de la TT se diseña desde el gobierno, y deriva en la creación de empresas *spin out* donde egresados de la Universidad generan su propia empresa, y son estos profesionistas los que se encargan de brindar capacitación a las demás empresas que conforman el tecnoparque. Este modo particular que asume la triple hélice deriva también en un involucramiento de la sociedad civil que se organiza en torno a un esquema integrador, abaratando costos y realizando comercialización conjunta.

“Para el caso de Bioespacios de Etchohuaquila, la TT se dio gracias a la intervención de las empresas consolidadas en la región sur de Sonora agremiadas a la ASPHINS A.C., en el marco del programa Organízate de la SAGARPA y complementándose con el programa de Agencia de Desarrollo Local de SEDESOL. Esta intervención abarcó desde el diseño de proyectos para la obtención de los recursos a fin de instalar las estructuras productivas, pasando por una amplia

³ Ing. Mario Garza Treviño, técnico en agricultura protegida participante en el diseño y puesta en marcha del proyecto FIDESUR Sandia, en Aramberri Nuevo León.

capacitación sobre organización, administración, y cada una de las etapas técnicas desde la construcción, elección de producto, generación de plántula, injertos, plantación y demás labores culturales de la siembra, hasta llegar a poscosecha, protocolos de inocuidad y comercialización. Aquí la participación de la sociedad civil expresada en la ASPHINS A.C. y la complementariedad de SAGARPA y SEDESOL, pues a través de su gestión es que se obtuvieron los recursos, tanto humanos como de capital que permiten el funcionamiento de ésta empresa”⁴. En este caso la empresa de Bioespacios nace de la conjunción de la participación colectiva entre una asociación civil, IES y CI de la región, y el Gobierno federal y estatal. Donde en un primer momento la TT es conducida por una A.C., evidenciando el modelo *Catch Up*, pues la transferencia tanto de tecnología como de conocimiento se da a través de las mismas empresas que se encuentran dentro de la región. Así mismo es un caso particular que incluye también una triple hélice pues en la impartición de talleres de capacitación tuvieron un rol de participación las IES y CI de la región, tal es el caso del ITSON⁵, CIAD A.C.⁶ y consultores especializados, hecho resaltable es que la sociedad civil es quien conduce este proyecto.

Conclusiones

Las formas de contacto con la tecnología en AP, implica que existan actores que la emiten, los receptores que se la apropian y los agentes que financian y la promueven, ejemplificando con las empresas analizadas, se pudo observar durante el desarrollo de las entrevistas como el primer acercamiento tanto de la tecnología como del conocimiento necesario para su adopción fue determinante en la aplicación y uso sustentable de ésta.

En este análisis se logró constatar como la TT responde a momentos, regiones, liderazgos y de política gubernamental específicas; así por ejemplo los empresarios del sur de Sonora que adquirieron la tecnología hace más de 18 años, vía catch-up, fueron influenciados por otras empresas con relativo éxito, y también porque el Gobierno del Estado en esa época inicia con un proceso de reconversión productiva, al menos en su discurso. Estas empresas, en sus inicios tuvieron una dependencia total del proveedor de tecnología, lo cual encareció sus procesos. Al incorporar un cambio tecnológico, se asiste a un fenómeno donde los productores asumen el aprendizaje de la nueva tecnología, lo que les permite hacer adaptaciones pertinentes a la anterior

⁴ Ing. Manuel Cázares Castro, líder de la ASPHINS AC y proyecto de Bioespacios de Etchohuaquila.

⁵ Instituto Tecnológico de Sonora con sede en Ciudad Obregón, Sonora.

⁶ Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., con sede en Hermosillo, Sonora.

tecnología, así la curva de aprendizaje fue prolongada y costosa. En este tipo de transferencia las IES y los CI no juegan un rol importante, más bien son los proveedores los que capacitan y entrenan a los técnicos de la empresa.

En el caso de las empresas del complejo FIDESUR en Nuevo León, con el nacimiento de FIDESUR-ARAMBERRI en 2010, es la política gubernamental la que encausa a la empresa; ya que fueron ellos los coordinadores del proyecto, involucrando a las IES y CI junto con proveedores en la transferencia de tecnología. En este sentido se considera que la curva de aprendizaje fue menos costosa y larga que la empresa de Sonora en los años noventa.

A diferencia de Sonora, la experiencia de Nuevo León exhibe predominantemente el modelo de triple hélice, Gobierno, Universidad y Empresa. No obstante existen rasgos de cath-up, sobre todo en inicio de operaciones de la empresa; debido a que -según la experiencia de los productores y técnicos- quienes participan activamente en el proceso la adquisición, capacitación y aplicación de la tecnología que utilizan se ha dado de empresa a empresa.

Una vez que FIDESUR se consolida y se amplía hacia otras regiones del estado de Nuevo León, el modelo de triple hélice se hace aún más patente; la participación de la universidad y el involucramiento de estudiantes que después pasan a ser socios es una variante interesante.

La TT a través de la sociedad civil es un modelo más evolucionado o al menos más democrático; ya que es la sociedad civil la que dirige el proceso de formación, transferencia de tecnología y comercialización, entendida esta sociedad civil como la asociación de productores. Es quien toma un papel central en la conducción de la TT, al ser ésta quien planifica y opera la gestación de empresas, como fue el caso de Bioespacios de Etchohuaquila en el sur de Sonora, en la cual se conjuntan los esfuerzos de IES y Gobierno. En este caso la curva de aprendizaje fue más corta y menos costosa que en los anteriores casos.

Lo anterior habla de cómo la TT se va profundizando y compenetrando en el día a día del proceso de producción, es decir la participación de los actores es más intensa; transitando desde un carácter receptivo y dependiente para el caso de las empresas con mayor tiempo de operación, a uno donde el Gobierno es el eje que diseña y articula la estrategia y donde la Universidad juega un rol central, hasta el caso donde la sociedad civil organizada es quien provoca la sinergia y aglutina a las IES y CI, e instituciones de Gobierno.

Dentro de la complejidad de la transferencia de tecnología, los modelos teóricos de ésta dan cuenta del proceso y describen la participación probable de los actores que participan en dicho

proceso, sin embargo al realizar el contraste empírico con empresas en funcionamiento, se registra como hallazgo que cada uno de los modelos de transferencia corresponden a momentos evolutivos de cada empresa, de los actores que en ella intervienen, de las políticas públicas vigentes y de la madurez de tales procesos como respuesta a problemáticas específicas.

Un carácter nodal en los proceso de TT es la toma de decisiones de quien administra y lidera la empresa, el líder decide con que tecnología inicia y cuando la cambia. Así por ejemplo, para el caso de la empresa privada en Sonora, es el propietario del negocio quien a través de la observación a otras empresas incluye variaciones en la tecnología y es quien decide el cambio de esta. Por su parte, en la empresa analizada en Nuevo León, el Gobierno es quien decide y asume un rol dominante sobre los demás actores promoviendo la capacitación, marcando la pauta del modelo de negocio. Por otro lado, para el caso de la empresa social en Sonora, derivado de un proceso de autogestión, es la sociedad civil organizada quien determina estos procesos de adquisición de tecnología.

Tal vez sólo de manera descriptiva y temporal la TT en la AP sigue los patrones de los modelos teóricos, ya que en la práctica esquemas que inician con *catch up* avanzan a triple hélice, y modelos que son conducidos por la sociedad civil retoman aspectos de *catch up* y de triple hélice. Estos procesos se retroalimentan y debido a su carácter dinámico se complementan. Dejando evidencia como este proceso no puede ser encasillado dentro de un modelo, sino que se aprecia una integración entre ellos y toman forma de acuerdo a la naturaleza de las empresas, el entorno socioeconómico y las políticas de Gobierno en cada región.

A manera de recomendación para posteriores análisis es importante avanzar dando respuesta a preguntas como: de qué manera influye el mercado, los costos, el ámbito psicosocial del empresario, además de las condiciones micro, meso y macro económicas, en la toma de decisiones del proceso de TT.

Referencias

- Abramovitz, M. (1956). *Research and Output Trends in the United States since 1870*. 5-23: Papers and proceedings.
- Avendaño, B., Schwentesius, R., & Lugo, S. (2007). La inocuidad alimentaria en la exportación de hortalizas mexicanas a Estados Unidos. *Revista de análisis económico y social*, 6-18.
- Bastida, A. (2011). *Los invernaderos y la agricultura protegida en México*. Chapingo, México: Agribot.
- Becerra, M. (2004). La transferencia de tecnología en Japón. Conceptos y enfoques. *Ciencia VII*.

- Beraza J.M., Rodríguez A. (2010). Estructuras de intermediación para la transferencia de conocimiento universitario: las oficinas de transferencia de tecnología. *Propiedad intelectual*, 152-176.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 627-655.
- Catherine, W. (2005). *La interculturalidad en la educación* (Vol. 1). (G. d. Perú-UNICEF, Ed.) Lima, Peru: Guilianna Panduro Jundo.
- Cerezo, J. A., Sanz, J. M., & Todt, O. (1998). Participación Pública en Política Tecnológica. Problemas y Perspectivas. *Revista Arbor*, 297-308.
- Comisión para el Desarrollo Agropecuario. (2010). *Tecno-Parque Hortícola FIDESUR-Sandia*. Retrieved from http://159.16.239.33/nl/mun_19007_ARAMBERRI/tecnoparquesandia.pdf
- Cook, L. (1997). Tendencias internacionales en el sector de frutas y hortalizas frescas. *Economía Agraria*, 183-208.
- Etzkowitz H., Leydesdorff L. (2000). The dynamics of innovation: from national systems and model 2 to a triple helix of university-industry-government relations. <http://users.fmg.uva.nl/lleydesdorff/rp2000/>.
- Etzkowitz, H. (1989). Entrepreneurial science in the academy: a case of the transformation or norms. *Social problems*, 14-29.
- Etzkowitz, H. (2003). Innovation in innovation: the triple helix of university-industry-government relations. *Social Science Information*, 293-337.
- FAO. (2001). *Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas: Oportunidades para los países en desarrollo en cuanto a la producción y exportación de productos hortícolas orgánicos*. Roma: FAO.
- FAO. (2002). *El cultivo protegido en el clima mediterráneo*. Roma: FAO.
- Feenberg, A. (2002). *Transforming Technology*. New York: Oxford University Press.
- FIDESUR. (2012). *Agricultura en Invernadero y Tecnoparques Hortícolas en Nuevo León: Estrategia para Detonar Regiones Marginadas*. Monterrey: SAGARPA.
- Guerin, T. (2001). Why sustainable innovations are not always adopted. *Resources, Conservation and Recycling*, 1-18.
- Henderson, R., Jaffe, A., & Trajtenberg, 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.
- Kendrick, J. W. (1956). *Productivity trends: Capital and labor*. Review of economics and statistics.
- Kim, L. (2000). La dinámica en el aprendizaje tecnológico en la industrialización. *United Nations University, Institute for new technology*, 1-20.
- Leydesdorff, L. (2005). Science shops: A kaleidoscope of science-society collaborations in Europe. *Public Understanding of Science*, 353-372.
- Leydesdorff, L. (2005). The triple helix model and the study of knowledge-based innovation systems. *International Journal of Contemporary Sociology*, 12-27.

- López M., Mejía J. y Schmal R,. (2006). Un acercamiento al concepto de transferencia de tecnología en las universidades y sus diferentes manifestaciones. *Panomara Socioeconómico*, 70-81.
- López M., Schmal R. . (2006). Un acercamiento al concepto de transferencia de tecnología en las universidades y sus diferentes manifestaciones. *Panorama Socioeconómico*, 70-81.
- NMX-E-255-CNCP-2008. (n.d.). *Norma Mexicana para el Diseño y Construcción de Invernaderos*.
- SAGARPA. (2012). *Hidroponia Rústica*. México: SAGARPA.
- Scorsa, P. (2002). De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva en las empresas. *Conferencia inaugural de los Estudios de Información y Documentación de la Universidad Oberta de Cataluña*. Cataluña: Universidad Cataluña.
- Siegel D., Phan P. (2004). Analyzing the Effectiveness of University Technology Transfer: Implications for Entrepreneurship Education. *Working Papers in Economics*, 2-54.
- Solow, R. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of economics and Statistics*, 1-132.
- Tecnología, F. E. (2010). *FECYT*. Retrieved Marzo 2012, from <http://www.fecyt.es/fecyt/home.do;jsessionid=525238879C46DCAA3731D3640B7F594F>