

Aspectos determinantes de la transferencia de dos biofertilizantes a pequeños productores agrícolas en México.

Mirna Berenice García Avalos

garciamirna@gmail.com

UAM-Xochimilco

Alexandre O. Vera-Cruz

Resumo /Resumen

Con el desarrollo de la biotecnología agrícola y la agroecología, aparece un abanico de soluciones para mitigar el deterioro del campo, tal es el caso de los fertilizantes biológicos. Sin embargo, en México los biofertilizantes han sido difundidos y adoptados a un ritmo muy lento. El temor de una disminución de la productividad de los cultivos y la falta de información, han sido algunas de las dificultades que presenta la adopción tecnológica en los pequeños productores agrícolas.

El presente artículo está orientado a la identificación y análisis de los principales aspectos que determinan el éxito de dos procesos de transferencia de biofertilizantes en México. El éxito es definido como el incremento de la producción de los cultivos, dada la adopción tecnológica por parte de los pequeños productores.

El análisis empírico se sustenta en la realización de entrevistas semi-estructuradas a los actores principales de ambos procesos de transferencia de tecnología. En ambos casos fueron identificados y analizados cuatro factores que favorecieron la consolidación de la transferencia tecnológica. Primero, las actitudes y prácticas de los actores participantes. Segundo, la construcción de confianza entre los diferentes actores. Tercero, interacciones que consolidaron procesos de aprendizaje. Cuarto, elementos contextuales que favorecieron la transferencia de tecnología.

Palavras Chaves / Palabras Claves: transferencia de tecnología agrícola, México, pequeños productores agrícolas, agricultura, biofertilizantes.

1 INTRODUCCIÓN

La transferencia de tecnología considerada desde un punto de vista holístico, comprende procesos complejos con estructuras diversas e involucra una serie de relaciones entre actores con el objetivo de lograr la adopción de tecnologías (Farinde, 1996).

Para la FAO, el término transferencia de tecnología hace referencia a un sistema bajo el cual diferentes componentes de la tecnología se interrelacionan; llámense materiales, know how, habilidades humanas, aspectos organizacionales y el producto final con el fin de ser provistos de forma accesible a los usuarios finales (productores). Por otra parte, el sistema incluye capacidades institucionales para la adopción, adaptación o rechazo tecnológico (FAO, 1994).

Esta definición, sugiere que la ejecución de un proceso de transferencia de tecnología agrícola depende tanto del desarrollo de capacidades para la funcionalidad de la tecnología y aquellas relacionadas con cuestiones institucionales.

De esta forma, se relaciona el término de transferencia de tecnología, con el concepto de capacidad tecnológica de Kim (1997) que define este término como "la habilidad para hacer uso efectivo de conocimiento tecnológico para asimilar, usar, adaptar y cambiar las tecnologías existentes" (Kim, 1997). Este enfoque, subraya el aprendizaje tecnológico como un rol crucial, ya que las capacidades tecnológicas permiten el uso efectivo de tecnologías que han sido desarrolladas en una organización y pueden ser adaptadas, mejoradas e incluso usadas como base para la creación de nuevas tecnologías en otra organización (Bell y Pavitt, 1995; Dutrénit, 2004; Vera-Cruz, 2004).

Este enfoque de capacidades, se relaciona con la tercera fase del proceso de transferencia de tecnología según un estudio realizado por Ruttan y Hayami en 1973¹. Para estos autores, el proceso de transferencia de tecnología comprende tres etapas: la primera se refiere a la transferencia de nuevos materiales y la segunda se refiere a la transferencia simple de diseños, como fórmulas o prototipos. En la tercera fase, se transfiere la capacidad necesaria para que los individuos produzcan y adapten la tecnología a un ambiente local.

A partir de este argumento, puede decirse que una de las tareas dentro de la transferencia de tecnología agrícola, es el desarrollo de capacidades al interior de una comunidad para generar y adaptar la tecnología a condiciones locales específicas. En este

¹ Estas fases fueron identificadas tras el análisis de tres casos empíricos. El primero, se refiere al desarrollo y difusión de variedades de caña de azúcar, mientras que los otros dos, se refieren al proceso de transferencia de tractores a la URSS y Japón.

caso, resultan cruciales los nexos entre el agricultor y los actores involucrados que faciliten el desarrollo de tales capacidades. La literatura relacionada con la transferencia de tecnología explica que es necesario el fortalecimiento de los procesos de aprendizaje colectivo para la transmisión y adquisición de saberes. Sin embargo, para transferir tecnologías agrícolas existen factores adicionales que contribuyen a la consolidación de procesos de aprendizaje, y que son determinantes y favorables para el éxito de la transferencia.

El contenido de este documento es el siguiente: la próxima sección está dedicada a presentar algunos rasgos característicos de la transferencia de tecnología agrícola basada principalmente en estudios realizados en países en desarrollo. Posteriormente, se abordan los aspectos metodológicos de la investigación que consistió en la realización de un estudio de caso exploratorio de tipo múltiple. En la parte siguiente se presentan los resultados relevantes de los dos estudios de caso con sus principales características, actores participantes y mapas relacionales de cada uno. Finalmente se presentan las conclusiones sobre los aspectos determinantes del éxito de ambos procesos de transferencia de tecnología.

2 LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA AGRÍCOLA

2.1 Las relaciones entre los actores durante el proceso de transferencia de tecnología

En la literatura se afirma que las relaciones establecidas entre instituciones de investigación, extensionistas y asociaciones de productores, son determinantes para el diagnóstico de problemas o necesidades de una localidad (Fagerberg, 2005; Nelson y Rosenberg, 1993). Por lo tanto, dichas interacciones se consideran la base de un proceso de transferencia de tecnología, ya que favorecen la creación de flujos multidireccionales, generando un círculo virtuoso para lograr un beneficio específico.

Dichos flujos multidireccionales, pueden tomar forma de asociaciones profesionales, o programas que vinculan a productores con estudiantes y educadores, permitiendo interacciones sinérgicas (Molnar y Jolly, 1988; Spielman, et al., 2008).

En numerosos estudios realizados en América Latina y la India, se subraya la importancia de la formación de relaciones de colaboración entre diversos actores de un proceso de transferencia de tecnología que poseen un interés común por la sociedad civil, y que permiten el fortalecimiento de dichas interacciones (Ekboir y Parellada, 2002; Clark, et al, 2003).

2.2 La importancia de la difusión y adopción tecnológica en el proceso de transferencia de tecnología agrícola

Es indiscutible que las prácticas tradicionales van siendo reemplazadas a medida que incrementan las transferencias y adopción de tecnologías modernas en un proceso largo y acumulativo de experiencias. Sin embargo, nuevas tecnologías ignoran el hecho de que la producción, además de la cultura local, está ligada al entorno y al conocimiento, a hábitos y formas de interrelación. La adopción tecnológica debería por tanto, representar la armonía con el modo de vida y el ambiente local.

La agricultura en pequeñas comunidades involucra un amplio abanico de culturas, condiciones económicas, tipos de cultivos, métodos de producción, barreras institucionales y barreras estructurales (Shaw, 1987). Así, el acto de cultivar la tierra no es únicamente un hecho económico; en él se sintetizan cientos de años de experiencia sobre el manejo de una región determinada (Boege, 1988; Leff, 1994).

Esto, nos permite afirmar que las actitudes tomadas por los agricultores para decidir entre adoptar o no una tecnología, depende de los valores y expectativas del individuo y del grupo o comunidad a la que pertenecen.

Estudios realizados por diversos autores² se encontró que los agricultores de mayor edad no adoptan tecnologías involucradas en la conservación del suelo o en los cambios de prácticas para incrementar la producción agrícola en comparación con agricultores más jóvenes con un mayor nivel de formación educativa y más involucrados con una agricultura más innovadora (Foster y Stern, 1979; Baron (1981); Ervin (1981) y Norris y Batie (1987).

2.3 Importancia del conocimiento y su transferencia en el proceso de transferencia de tecnología agrícola

El uso de métodos adecuados para que los agricultores incrementen su acervo de conocimiento, habilidad y sobre todo mejoren sus actitudes para alcanzar una mejora en la productividad agrícola, fue uno de los aspectos importantes para la adopción de tecnologías adecuadas en Nigeria (Sokoya, 1998).

Por otra parte, de acuerdo a Ogolo y colaboradores (1994), la comunicación efectiva es una precondition para que se originen mecanismos de retroalimentación, necesarios para la

² Foster y Stern (1979), Baron (1981), Ervin (1981) y Norris y Batie (1987), realizaron estudios de diversos procesos de adopción de tecnologías agrícolas en diferentes regiones de los Estados Unidos de América.

transferencia de tecnología agrícola. El conocimiento rural involucra las prácticas de gestión cultural, nuevas prácticas agrícolas, información diagnóstica acerca de enfermedades de plantas y animales y problemas relacionados con el suelo, información de mercado sobre entradas y ventas, demanda de mercado y calidad de productos requeridos para estos mercados, así como problemas con las tierras y conocimiento de políticas de gobierno (Hartwich, et al., 2007).

La introducción de tecnologías en la agricultura, tienen como base la naturaleza y el carácter informal de las redes sociales, los flujos de información y de tecnologías que muestran niveles de articulación y difusión basados en información cualitativa relevante que la caracteriza en su desarrollo (Zarazúa, et al., 2009).

En otras palabras, si los agricultores, además de aprender e incrementar su acervo de conocimiento, mantienen contacto con otros actores involucrados en el desarrollo o difusión de la tecnología, aumentarán su tasa de adopción.

2.4 Ambiente facilitador del proceso de transferencia de tecnología

La adopción de la tecnología puede ser vista desde dos perspectivas. La primera, el micro nivel, que como analizamos anteriormente, se refiere a la toma de decisión de adopción y la intensidad de uso de la tecnología, a nivel individual. En este caso, es importante el aprendizaje y experiencia incorporada en los individuos.

Estudios realizados por Allegri (2002) en Uruguay y los estudios de Kangasniemi (2002) en Tanzania, demostraron cómo los procesos de aprendizaje, ayudaron a las asociaciones de productores rurales a jugar un rol central en la investigación agrícola, en el financiamiento y ejecución de la transferencia, así como otros roles reservados a las organizaciones de investigación pública. En estos casos, resultó importante asignarle un papel protagónico al productor agrícola, considerando que sus conocimientos, producto de su experiencia personal y el conocimiento tradicional, constituyen el principal factor en el mejoramiento de su propio sistema agropecuario.

Por otra parte, en la perspectiva macro se toma en cuenta el patrón de adopción de la tecnología en la población de una comunidad. En este caso, se toman en cuenta aspectos climáticos, sociales, demográficos, económicos, entre otros, que determinarán la diseminación de la nueva tecnología a otros miembros de la población (Feder y Umali, 1993).

Otro de los factores que interviene en la transferencia de tecnología, específicamente en lo que concierne con la adopción tecnológica de los agricultores, es que éstos se

encuentren organizados en asociaciones. Mientras algunos modelos de difusión tecnológica están basados en la disseminación de la información por medio de interacciones interpersonales, otros se basan en factores exógenos a la tecnología, como las leyes, incentivos, así como factores culturales y sociales.

3 METODOLOGÍA

Para realizar esta investigación fueron analizados dos procesos de transferencia de tecnología. El primero, aborda la transferencia de un hongo de la especie *Trichoderma* a productores de chile en la región de Villa de Arista, San Luis Potosí. El segundo, se refiere a la transferencia del humus o abono producido por la lombriz de la especie *Eisenia Foetida*, a distintos productores agrícolas, ubicados principalmente en el Estado de México.

El análisis empírico se sustenta en la realización de entrevistas semi-estructuradas a los actores principales de ambos procesos de transferencia de tecnología, realizadas entre abril y agosto del 2012 en el Estado de México y el Estado de San Luis Potosí.

Para las entrevistas a los principales actores del proceso de transferencia de tecnología fueron elaborados cuestionarios con preguntas abiertas para cada uno de los actores. Los actores clave fueron detectados a partir de las entrevistas realizadas a los investigadores que desarrollaron la tecnología. El entrecruzamiento de información se realizó por medio de una segunda entrevista a los investigadores que desarrollaron la tecnología o por medio de entrevistas con otros actores participantes en el proceso de transferencia de tecnología.

3.1 Análisis de la Información

Al término del trabajo de campo se llevó a cabo la revisión de la información para conceptualizar e identificar en cada uno de los estudios de caso, los determinantes del éxito de los procesos de transferencia de tecnología. Se llevaron a cabo transcripciones de notas provenientes de las entrevistas y se analizó material impreso. A partir de la obtención de información, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- a. Se realizó un mapa de actores y las relaciones establecidas entre estos, para cada uno de los procesos.
- b. Se realizaron tablas para la identificación de actores involucrados en los procesos de transferencia de biofertilizantes, que fueron útiles para corroborar los datos obtenidos por medio de cruzamiento de la información de los casos. En las filas de las tablas, fueron

anotados los actores identificados. En las columnas, se anotaron las etapas en las que interviene cada uno de los actores y las funciones que lleva a cabo dentro del proceso de transferencia.

c. Se desarrolló un análisis de cada proceso de transferencia de tecnología, por medio de pequeños relatos, relacionados con los temas claves de la investigación y los hallazgos que fueron identificados en estos relatos.

4 RESULTADOS

4.1 Caso I. Transferencia de *Trichoderma* spp. a productores de Chile en la región de Villa de Arista, San Luis Potosí, México³.

La región de Villa de Arista, San Luis Potosí produce Chile poblano de muy buena calidad, que abastece el mercado nacional. Hay alrededor de 500 productores en la región, entre pequeños, medianos y grandes. Hace aproximadamente una década, comenzaron a reportarse pérdidas que iban desde el 30 hasta el 100% en la producción de Chile, lo que se conoció en la región como la crisis de la secadera. La forma tradicional de resolver este problema era la utilización de agroquímicos. Con la necesidad de encontrar una solución alternativa al uso de agroquímicos y para reducir las elevadas mermas producidas por los hongos mencionados anteriormente, el IPICYT⁴ desarrolló un proyecto con ayuda de la JLSV⁵. Este proyecto fue financiado por la Fundación Produce San Luis Potosí⁶ y fue apoyado por el Sistema Producto Chile y la Asociación de Agricultores de Villa de Arista, coordinados por la JLSV de dicha región. El desarrollo del proyecto consistió en cuatro etapas: investigación científica, desarrollo tecnológico, validación tecnológica y finalmente, la transferencia de tecnología.

³ Las fuentes de información de esta sección del capítulo son documentos de internet, presentaciones y entrevistas realizadas a actores claves. Entrevista en el IPICYT con investigador de la División de Biología Molecular encargado del desarrollo del proceso de transferencia de tecnología. Entrevistas en el área de propiedad intelectual y de la oficina de vinculación y planeación del IPICYT. Entrevista realizada a técnico de campo de JLSVVA. Entrevistas realizadas a productores agrícolas de la región de Villa de Arista, SLP.

⁴ IPICYT es un centro público de investigación, fundado en el año 2000. Se dedica a la generación de conocimiento, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos altamente calificados en las áreas de Biología Molecular, Ciencias Ambientales, Materiales Avanzados, Matemáticas Aplicadas y Geociencias.

⁵ Las Juntas Locales fungen como auxiliares de los Servicios Nacionales de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) con la misión de brindar seguridad y respaldo a la actividad agrícola a través de la ejecución de programas fitosanitarios orientados a prevenir, combatir y erradicar plagas y enfermedades que afectan el desarrollo de los cultivos en estrecha coordinación con SAGARPA, Gobierno del Estado y organismos productivos del sector.

⁶ Pertenece al sector agrícola mexicano, como parte de la Coordinadora de Fundaciones Produce (COFUPRO). Opera con financiamiento público y financia la investigación y transferencia de tecnología en el sector.

4.1.1 La tecnología

Trichoderma spp. son hongos filamentosos que pueden ser encontrados en el suelo de donde son habitantes naturales, en la superficie de raíces de varias plantas, madera en descomposición y otras formas de materia orgánica (Alpuche, et al., 2011).

Este hongo es capaz de establecer relaciones simbióticas con las plantas al colonizar sus raíces, con lo cual proporciona nutrientes y fitohormonas a las raíces. Promueve por lo tanto, el crecimiento y desarrollo de las raíces, incrementando la retención de agua (Arora, et al., 1992). La promoción del crecimiento que proporciona *Trichoderma* spp. se debe a que facilita la solubilización mineral y mejora la morfología de las raíces permitiéndoles abarcar un mayor volumen de suelo (Maral et al., 2012).

4.1.2 Actores participantes

La caracterización de los distintos participantes del proceso, permitió la elaboración de un mapa por medio del cual se identificaron las relaciones y los nodos principales del proceso de transferencia. En este proceso de transferencia de tecnología estuvieron involucrados actores pertenecientes a organizaciones e instituciones diversas que participaron en diversas etapas de dicho proceso como se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Actores que intervienen en el proceso de transferencia de tecnología de *Trichoderma*, spp.

Actores involucrados		Etapas en que interviene
IPICYT	Profesor Investigador	Investigación, desarrollo tecnológico, diagnóstico, validación y difusión de la tecnología.
	Oficina de Vinculación	Transferencia de la Tecnología
	Técnico Laboratorista	Investigación, Desarrollo tecnológico, Diagnóstico y Validación tecnológica
Centros de investigación	CICY	Investigación básica y aplicada
	UASLP	
JLSVVA	Gerente Local	Difusión, validación y adopción de tecnología.

	Transferente	Difusión, validación y adopción de tecnología
	Técnico de campo	Seguimiento del uso de la tecnología
Fundación Produce SLP	Equipo transferente	Diagnóstico, validación, difusión y adopción de tecnología.
Productores de Chile y jitomate	Invernadero Santa Rita	Adopción y difusión de la tecnología
	Rancho El Polvorín	
	Gran Productor	
	Otros productores	Adopción de la tecnología

Fuente: elaboración propia.

Con base en las entrevistas realizadas y tras revisar la documentación disponible, se puede caracterizar el caso en ocho nodos cada uno formado por diversos actores como se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Nodos resultantes de la interacción de actores en el proceso de transferencia de tecnología de *Trichoderma, spp.*

Nodo	Vínculo
1. Interacciones al interior del IPICYT	Relación entre investigador y oficina de vinculación
	Relación entre investigador y técnico de laboratorio
2. Interacción de IPICYT con instituciones de investigación	Relación entre el investigador del IPICYT-UASLP - CICY.
3. Interacción de IPICYT con Transferentes de Tecnología	Relación entre IPICYT y JLSVVA.
4. Interacción de IPICYT con Organización Intermedia	Relación entre investigador de IPICYT y Fundación Produce
5. Interacción entre generadores, transferentes y receptores de tecnología	Relación entre IPICYT – JLSVVA y productores agrícolas.
6. Interacción entre receptores de tecnología y Organización Intermedia	Relación entre productores agrícolas y Fundación Produce
7. Interacción entre	Relación entre productores medianos y grandes

receptores de la tecnología	con pequeños
8. Interacción entre difusor y transferente de tecnología	Relación entre oficina de vinculación de IPICYT y JLSVVA

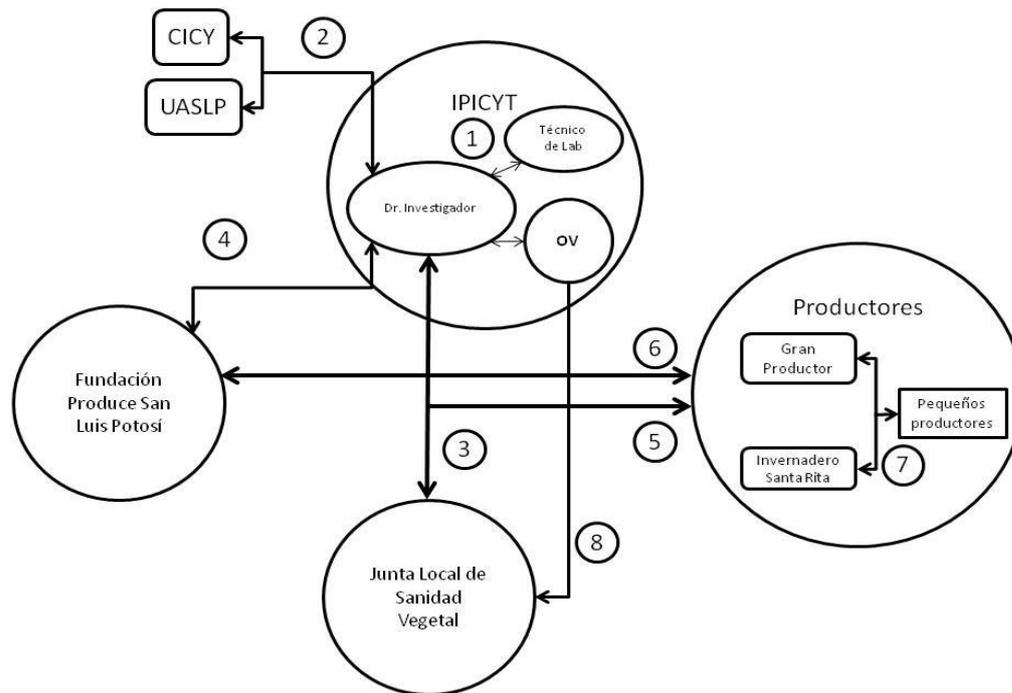
Fuente: elaboración propia con base en entrevistas.

4.1.3 Resultados Relevantes

Este proceso representa una alternativa viable para la producción industrial o artesanal de un inoculante biológico de buena calidad a base del hongo *Trichoderma* spp. encontrada en la región productora de chile de San Luis Potosí. Estudios indican que al aplicar el hongo se producen efectos positivos en el crecimiento y desarrollo de las plantas de chile. Se ha diversificado la producción de chile poblano en la región, propagándose con ello, la aplicación de *Trichoderma* spp. a otros cultivos, como chile jalapeño, chile serrano, jitomate, incluso pepino, con resultados similares en el incremento de los rendimientos de los cultivos.

En la actualidad se encuentra en desarrollo otro proceso de transferencia de tecnología desarrollada en el IPICYT que tienen una composición de actores similar a la de este proceso. Es decir que estos relacionamientos toman fuerza con el tiempo.

Figura 1. Actores y nodos en el proceso de transferencia de *Trichoderma* a productores de Chile.



Fuente: elaboración propia con base en datos obtenidos de entrevistas y documentación

4.2 Caso II. Transferencia De Humus Producido Por La Acción De Eisenia Foetida (Lombriz Roja Californiana) Producida En SEYVAO Para Mejorar La Producción Agrícola⁷.

Al interior de la Universidad Autónoma Chapingo en el módulo conocido como el Jurásico⁸ y de forma aislada, el investigador y promotor de los hongos comestibles lleva a cabo experimentos de producción de lombricomposta con fines educativos. Dados los excelentes resultados decide incrementar la escala de producción, para lo cual inicia un negocio con fondos propios, al que llama SEYVAO (Suelo, Energía y Vida: Abonos

⁷ Las fuentes de información de esta sección del capítulo son documentos y videos obtenidos de internet, y entrevistas realizadas a actores claves en este proceso. Entrevista al investigador y promotor de lombricomposta y hongos comestibles de la Universidad Autónoma Chapingo, fundador de SEYVAO. Entrevista con pedagogo quien labora en el módulo SEYVAO, encargado de pláticas informativas y asistencia técnica. Entrevista a actores participantes en el módulo SEYVAO y Universidad Autónoma Chapingo. Una entrevista realizada en la Empresa Cosechando Natural distribuidora oficial de productos de SEYVAO y entrevista realizada a la coordinadora de Creaciones Ambientales, distribuidora oficial de productos SEYVAO.

⁸ Módulo de tecnologías alternativas o agroecológicas dedicado a la demostración de prácticas agroecológicas, como los policultivos, entre los cuales se encuentra la producción de hortalizas, plantas ornamentales, medicinales, árboles frutales y forraje para la alimentación de ganado bovino. A partir del estiércol desechado por el ganado, se producen y utilizan compostas. Las compostas son utilizadas para mejorar el crecimiento y producción de las especies cultivadas.

Orgánicos) ubicado en Texcoco, Estado de México. Actualmente, en el módulo de lombricomposta SEYVAO se tienen dos toneladas de lombrices de la especie conocida como roja californiana (*Eisenia Foetidae*) para la producción de humus.

A su vez, ha transferido la tecnología junto con su know-how, a compañías de diversos sectores y rubros que van desde el mantenimiento de jardines a proveedores de insumos agrícolas. Otra de las actividades emprendidas ha sido la impartición de cursos de producción y aplicación de lombricomposta a productores de flores y de nopal-verdura del Estado de México. A nivel local, el módulo de producción SEYVAO ha favorecido la separación y recolección de residuos orgánicos domésticos y de algunas empresas, necesarios para la producción de composta.

4.2.1 La tecnología

El compostaje es un proceso bio-oxidativo de los residuos orgánicos en condiciones controladas de temperatura, humedad y aireación, donde participan diferentes grupos de microorganismos, entre bacterias y hongos. Las compostas generadas a través de este proceso, son materiales biológicamente estables que se pueden utilizar como fertilizantes orgánicos (Zucconi, 1984). El humus ejerce una acción favorable sobre la estructura del suelo, agregando partículas en conglomerados de tamaño medio, lo cual permite una buena circulación de agua, aire y la penetración de raíces en el suelo. También aumenta la capacidad de retención del agua. Aporta elementos minerales como el nitrógeno, fósforo y potasio. Mantiene el fósforo en estado asimilable para la planta, aún en presencia de hierro libre y caliza (Brady y Weil, 1999).

4.2.2 Actores Participantes

En este proceso de transferencia de tecnología, se involucran actores principales que pertenecen a diversas instituciones y organizaciones e intervienen en distintas etapas, como se presenta a continuación:

Tabla 3. Actores que intervienen en el proceso de transferencia de tecnología de vermicomposta producida por acción de *Eisenia Foetidae*.

Actores involucrados		Etapa en que interviene
Universidad Autónoma Chapingo	Profesor Investigador	Investigación, desarrollo tecnológico, diagnóstico, validación y difusión de la tecnología.
	Estudiantes	Colaboración tecnológica, desarrollo tecnológico y difusión de la tecnología.
SEYVAO	Trabajadores multidisciplinares	Producción, difusión, validación, y adopción de tecnología.
Distribuidores de lombricomposta	Cosechando Natural	Adopción y difusión de la tecnología
	Creaciones Ambientales	
Productores agrícolas de varios cultivos	Productores de hongos, flores y nopal.	Adopción de la tecnología.

Fuente: elaboración propia con base en entrevistas.

Con base en las entrevistas realizadas, se puede caracterizar el caso en cinco nodos cada uno basado en vínculos específicos como se encuentra a continuación:

Tabla 4. Nodos resultantes de la interacción de actores en el proceso de transferencia de tecnología de *Trichoderma*, spp.

Nodo	Vínculo
1. Interacción entre investigador y productores.	Relación entre investigador y productores de hongos
2. Interacción entre universidad-investigador	Relación entre el investigador –UACH y SEYVAO
3. Interacción entre difusor y receptor tecnológico	Relación entre SEYVAO y productores agrícolas
4. Interacción entre difusor y distribuidor tecnológico	Relación entre SEYVAO y distribuidores
5. Interacción entre difusor, distribuidor y programas de transferencia y difusión de tecnologías	Relación entre IPICYT – JLSVVA y productores agrícolas.

Fuente: elaboración propia con base en entrevistas.

Figura 3. Actores y nodos en el proceso de transferencia de humus de *Eisenia Foetidae* a pequeños productores.

4.2.3 Resultados Relevantes

Se realizan cursos de capacitación a productores, estudiantes y público en general de educación ambiental, para aplicación efectiva de la tecnología o de difusión. Gracias a un periodo de capacitación de quince días, creadores la empresa Cosechando Natural, añadieron a su cartera de productos, la lombricomposta que produjo SEYVAO. Gracias a la aplicación de la lombricomposta en el nopal-verdura y en flores ornamentales, se incrementó la producción de estos cultivos. A partir de ello, el productor de nopal-verdura obtuvo la certificación de producción orgánica en el año 2007. Este producto y su difusión, ha impulsado un movimiento llamado "Capacitación contra Dependencia", cuyo fin es reducir la dependencia a los proveedores de insumos agrícolas, especialmente aquellos que proveen fertilizantes químicos. En el módulo SEYVAO, actualmente se busca la diversificación de productos, el diseño de un nuevo empaque y la certificación de la lombricomposta para proveer de un insumo seguro y certificado.

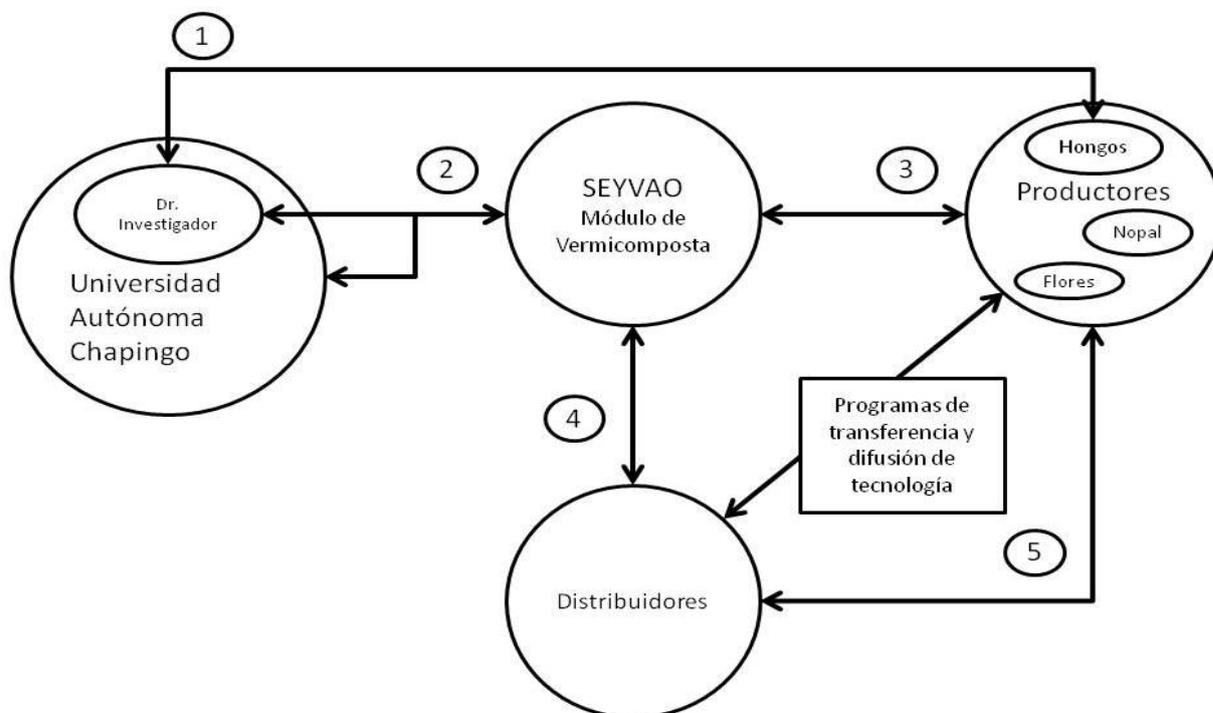


Figura 2. Actores y nodos en el proceso de transferencia de humus de *Eisenia Foetidae* a pequeños productores.

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas y revisión de documentación.

Con base en lo expuesto anteriormente, se aprecia que en ambos procesos de transferencia de tecnología existen diversos factores que determinan su culminación de forma exitosa.

4.3 Actitudes y prácticas de los actores

El primer aspecto determinante son las actitudes y prácticas de los principales actores, que promueven interacciones y relaciones a lo largo del proceso de transferencia de tecnología. Entre los actores destacan el investigador que desarrolla la tecnología, transferentes de la tecnología y adoptantes tecnológicos. Se destaca de forma importante, la habilidad y las actitudes que tienen los actores para relacionarse y colaborar.

En el proceso de transferencia de tecnología resultó primordial tomar en cuenta la cultura de la organización social, de las organizaciones de productores, o de aquéllas que actúan como transferentes de tecnología, de tal forma que se promuevan patrones de interacción favorables para la vinculación y colaboración entre los actores.

En los casos estudiados en esta investigación, las decisiones de adopción estuvieron basadas en las actitudes y prácticas desarrolladas por los investigadores y por los agentes de transferencia. Entre las prácticas que se implementaron están la capacitación y el establecimiento de parcelas demostrativas.

En estos casos la evidencia mostró que la edad es un factor que limita o favorece la difusión y la adopción de la tecnología. Las nuevas generaciones han favorecido la adopción de tecnología por parte de productores de mayor edad que no necesariamente están menos preparados sin embargo conservan tradiciones más arraigadas. En estos casos las parcelas demostrativas cumplen un rol importante.

4.4 Construcción de confianza

El segundo aspecto identificado como crucial para el éxito de la transferencia de biofertilizantes, es la construcción de confianza. Gracias a las actitudes y prácticas referidas en el punto anterior, se logró que los distintos actores participaran en los procesos de transferencia. La construcción de confianza permitió la realización de estrategias entre los diversos actores, en cada una de las etapas de la transferencia. La construcción de confianza incentiva a los actores a prepararse para el cambio, además de estimular la creatividad y sus habilidades para comunicarse y para relacionarse con otros actores. Pudo comprobarse, que

los agricultores tenían patrones de desconfianza debido a experiencias previas, por lo cual se implementaron estrategias que lograran la construcción de confianza en todos los actores. La construcción de confianza, se encuentra relacionada con el aprendizaje social de la población rural y con la cultura. Las actitudes y prácticas desarrolladas por diversos actores, no deben estar en contra de las costumbres y tradiciones de la localidad. Las experiencias y el aprendizaje social de los actores involucrados pueden consolidarse con la adopción de la tecnología biológica y el incremento paulatino del rendimiento de sus cultivos. La realización de reuniones entre productores y usuarios de la tecnología, representaron un espacio de diálogo, discusión y análisis que permitió la toma de decisiones consensadas. Esto finalizó con la consolidación de acuerdos formales e informales, que permitieron la gestión e implementación de las tecnologías en el cultivo, por ejemplo las visitas a otros productores campesinos.

4.5 Relaciones entre los actores

El tercer aspecto identificado en los procesos de transferencia de tecnología, se refiere a la formación de diversas relaciones e interacciones entre los actores participantes del proceso. Dichos vínculos promovieron procesos de aprendizaje colectivo y la acumulación de capacidades tecnológicas de los actores. Se analizaron los distintos procesos de aprendizaje en que se basan las interacciones a partir de los mapas relacionales.

4.5.1. Caso I. Transferencia de Trichoderma spp. a productores de chile poblano de la región de Villa de Arista.

En este caso se presentaron ocho nodos. La tabla muestra el análisis de cada uno, de acuerdo al tipo de aprendizaje involucrado en la formación de relaciones.

Tabla 5. Tipo de aprendizaje promovidos por los nodos en el caso de la transferencia de *Trichoderma spp.* a productores de chile poblano de la region de Villa de Arista.

Tipo de aprendizaje	Nodo	Función
Aprendizaje por búsqueda	Tres	La búsqueda de una alternativa tecnológica marca el inicio del proceso de investigación que culminó en un proceso de transferencia de

		tecnología.
Aprendizaje por capacitación	Uno	La capacitación entre investigador y técnico de laboratorio, permitió el análisis de más de 5000 muestras de suelos y plantas que permitieron el diagnóstico y validación de la tecnología.
	Tres	Esta relación permitió la consolidación de la Junta Local y la construcción de un laboratorio especializado para la producción de <i>Trichoderma</i> spp.
	Cinco	Capacitación de los agricultores, que permitió la adopción de la tecnología. También se involucra el aprendizaje por contratación ya que al contratar a la técnico de campo se facilitó el contacto con el total de productores de Chile. Esto favoreció la organización de los productores.
Aprendizaje por interacción	Dos	Esta relación permitió el intercambio de experiencias y de conocimientos entre los tres actores, lo cual fortaleció la colaboración científica.
	Seis	Es sin duda una de las relaciones más importantes del proceso. A partir de esta experiencia, los productores confían en esta organización e influyó en la realización de otros proyectos.
	Siete	Fortalece relaciones de tipo informal entre los grandes y medianos productores que permite el flujo de información entre ellos. A su vez, el intercambio de experiencias, produce la provisión de recomendaciones entre ellos.
Aprendizaje por imitación	Siete	Produjo la adopción y el uso continuo del hongo por parte de los pequeños productores de Chile de la región basados en los resultados de las parcelas demostrativas establecidas en terrenos de los grandes y medianos productores agrícolas.
Aprendizaje derivado de compra de tecnología o servicios de conocimiento	Ocho	Esta relación permitió el establecimiento del laboratorio de reproducción del hongo, fortaleció la confianza de los productores en la JLSVVA y en el IPICYT, lo cual ha causado la realización de nuevos proyectos.
	Cuatro	Asociación formal en que se estableció un acuerdo con el investigador para coordinar el proceso de transferencia y atraer recursos económicos necesarios para su realización.

Fuente: elaboración propia.

4.5.2. Caso II. Transferencia de humus producido por la lombriz roja californiana en el módulo SEYVAO

En este caso se presentaron cinco nodos principales en el proceso de transferencia de tecnología. A continuación se muestra el análisis de cada uno de ellos, de acuerdo al tipo de aprendizaje involucrado en la formación de relaciones.

Tabla 6. Tipos de aprendizaje promovidos por los nodos en el caso de la transferencia de humus producido por la lombriz roja californiana en el modulo SEYVAO

Aprendizaje	Nodos	Función
Aprendizaje por búsqueda	Uno	A partir de la experimentación con el sustrato de la producción de hongos, el investigador, intenta producir lombricomposta. De esta forma, se inicia el proceso de investigación que termina en la transferencia de tecnología.
Aprendizaje por capacitación	Tres	Permite la adopción de la tecnología por medio de servicios de capacitación, pláticas de concientización y familiarización de la tecnología a los productores agrícolas.
	Cuatro	Producción de la tecnología a pequeña escala. Entre los objetivos de esta relación, están la acumulación de capacidades para la producción de lombricomposta, además de la difusión de dicha tecnología.
	Cinco	Ésta relación incluye la invitación formal para que los distribuidores de la tecnología participen en programas o foros dedicados a la producción de lombricomposta, ya sea impartiendo pláticas o cursos de capacitación.
Aprendizaje por interacción	Dos	Participación de estudiantes en el módulo Jurásico y realización de investigaciones dedicadas a la mejora del proceso de difusión y adopción tecnológica.

Fuente: elaboración propia.

Si bien, los agricultores poseen conocimientos empíricos, basados en su experiencia agronómica, los investigadores poseen conocimientos científicos y los transferentes de tecnología, conocimiento técnico que en conjunto favorecen las relaciones entre los distintos actores y logran poner énfasis en el objetivo específico. Esto, hace que se generen diversos patrones de interacción que provoca que fluya el conocimiento en distintas direcciones y el desarrollo de distintos procesos de aprendizaje.

4.6 Ambiente Facilitador

El cuarto aspecto identificado como determinante, se refiere al ambiente que facilitó o retrasó el proceso de transferencia de tecnología.

En el primer caso, el gobierno forma parte de las estructuras de apoyo. Si bien no participa directamente en el proceso de transferencia ha promovido los fondos mixtos:

SAGARPA/CONACYT/COFUPRO⁹, para la realización del proceso de transferencia de tecnología. Sin duda, la actuación de la Fundación Produce es vital para el encauzamiento de estos recursos. La creación de la Convención Mundial del Chile ha beneficiado a los productores de la localidad, dándoles la oportunidad de promover y difundir sus productos de calidad y en una gran variedad de presentaciones. Esto ha logrado incrementar la posición competitiva de la región en los mercados nacionales y ha mejorado la imagen de la región.

En el segundo caso, uno de los factores que han promovido la adopción de tecnologías biológicas es el prestigio que han adquirido los cultivos orgánicos, que se refieren a los cultivos que no usan fertilizantes o plaguicidas químicos. Adicionalmente, el surgimiento de la Segunda Revolución Verde y la difusión de la agroecología han permitido que se dé mayor importancia a los productos biológicos, sus ventajas y sus beneficios, como la regeneración del suelo. La existencia de programas dirigidos a pequeños productores agrícolas, gubernamentales o promovidos por organizaciones sin fines de lucro, ayudaron a la consolidación de este proceso de transferencia de tecnología.

Otro factor que ha facilitado la adopción de estas tecnologías, es el carácter emprendedor que se ha originado en los jóvenes para trabajar en la promoción y difusión de tecnologías que mejoran la producción agrícola y que no dañan el medio ambiente. En los últimos años, se ha promovido este carácter entre estudiantes de distintas áreas.

5 CONCLUSIONES

La literatura relacionada con la transferencia de tecnología explica que es necesario el fortalecimiento de los procesos de aprendizaje colectivo, enfocados en la transmisión y adquisición de saberes. Sin embargo, para transferir tecnologías agrícolas existen factores adicionales que contribuyen a la formación de dichos procesos de aprendizaje, que están más relacionados con la formación de vínculos sociales y que son determinantes en el éxito de la transferencia.

A partir de la evidencia encontrada en estos casos se encuentra que uno de los aspectos que necesitan fortalecerse en países como México, es la generación y fortalecimiento de vinculación entre los diversos actores que participan en el proceso de transferencia de

⁹Fideicomiso con recursos de concurrentes denominado: Fondo Sectorial de Investigación en materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos. Creado para apoyar proyectos de investigación científica y tecnológica que contribuyan a: 1) generar conocimiento requerido por el sector; 2) atender problemas, necesidades u oportunidades en materia de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; 3) fortalecer competitividad científica y tecnológica de empresas relacionadas con dicho sector; 4) elevar nivel de competitividad y/o 5) promover la creación de nuevos negocios a partir de aplicación de conocimientos y avances tecnológicos, (SAGARPA, 2006).

tecnología agrícola. La articulación de los actores que involucra a los investigadores, los organismos intermedios, asociaciones de productores agrícolas e incluso los organismos que son fuentes de financiamiento, son vitales.

En los casos estudiados, dichas relaciones permitieron la generación y consolidación de procesos de aprendizaje, como el aprendizaje por búsqueda, por capacitación, por interacción, el aprendizaje derivado de la compra de tecnología o servicios de conocimiento y el aprendizaje por imitación. El aprendizaje por contratación se generó en alguna parte del primer caso, que fortaleció la construcción de confianza y la consolidación de la transferencia de tecnología. Estos procesos de aprendizaje, sin duda ayudaron a la formación de capacidades tecnológicas necesarias en los adoptantes de los biofertilizantes.

Por otra parte, los programas gubernamentales científico-académicos, las convenciones, los congresos y otros foros, forman parte de los elementos ambientales que fortalecen la difusión y adopción tecnológica, además del intercambio de experiencias derivadas del uso de la tecnología agrícola en cuestión. Otro de los elementos que ha favorecido a la transferencia de los biofertilizantes y que ha ido en aumento en la sociedad, es la concientización respecto al uso de tecnologías benéficas al medio ambiente, y que incrementan la producción agrícola.

Sin duda, un punto importante se refiere al carácter emprendedor y el compromiso social de los científicos jóvenes que ha permitido la difusión y promoción de estos nuevos productos biotecnológicos, así como la creación de empresas dedicadas a dichas actividades.

Finalmente, considero que los apoyos dados a los investigadores son insuficientes para participar en los procesos de transferencia de tecnología. Los investigadores entrevistados para realizar el presente análisis, coincidieron en que su principal motivación es su compromiso personal con la comunidad.

5 BIBLIOGRAFÍA

- Allegrí, M. (2002). Partnership of producer and government financing to reform agricultural research in Uruguay. In D. E. Byerlee (Ed.), *Agricultural Research Policy in an Era of Privatization* (pp. 105-121). Oxon, UK: CABI.
- Alpuche, A. H. (2011). Control biológico de enfermedades en hortalizas en el valle de Villa de Arista, SLP. . Zacatecas, México: Memorias del Segundo Foro de Productores de Chile.
- Arora, D. E. (1992). *Handbook of Applied Mycology: Fungal Biotechnology*. New York: Marcel Dekker.
- Baron, D. (1981). *Landownership Characteristic and Investment in Soil Conservation* (Report No. AGES810911 ed.). US Department of Agriculture.

- Bell, M. D. (1995). Trade, technology and international competitiveness. In *The development of technological capabilities* (pp. 69-102).
- Boege, E. (1988). *Los mazatecos ante la nación*. México: Siglo XXI.
- Brady, N. y. (1999). *The nature and properties of soils* (Twelfth Edition ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Clark, N. H. (2003). Research as capacity building: the case of an NGO facilitated post-harvest innovation system for the Himalayan hills. *World Development* , 31 (11), 1845-1863.
- Dutrénit, G. (2004). Building Technological Capabilities in Latecomer Firms. *Review Essay, Science, Technology and Society* , 9 (2).
- Ekboir, J. y. (2002). Public-private interactions and technology policy in innovation processes for zero tillage in Argentina. In D. E. Byerlee (Ed.), *Agricultural Research Policy in an Era of Privatization* (pp. 137-154). Oxon, UK: CABI.
- Ervin, D. (1981). *Soil Erosion on Owned and Rented Cropland: Economic Models and Evidence*. Atlanta, GA: Presented at the annual meeting of the Southern Agricultural Economics Association.
- Fagerberg, J. (2005). Innovation: a guide to the literature. In J. M. Fagerberg (Ed.), *The Oxford Handbook of Innovation*. New York: Oxford University Press.
- FAO. (1994). *Technology assessment and transfer for sustainable agriculture and rural development in the Asia-Pacific region: a research management perspective*. (R. S. Kwaschik, Ed.) Roma, Italia: FAO.
- Farinde, A. (1996). Factors influencing the effectiveness of the training and visit extension system in Lagos State, Nigeria. *Journal of Agriculture* , 18 (1 y 2), 22-30.
- Feder, G. y. (1993). The adoption of agricultural innovations. *Technological Forecasting and Social Change* , 43, 215-239.
- Foster, D. y. (1979). *Adoption of Reduced Tillage and Other Conservation Practices in the Lake Erie Basin*. Buffalo District: US ARmy Corp of Engineers.
- Hartwich, F. M. (2007). Knowledge Management for Agricultural Innovation: Lessons from Networking Efforts in the Bolivian Agricultural Technology System. *Knowledge Management for Development Journal* , 3 (2), 21-37.
- Kangasniemi, J. (2002). Financing agricultural research by producers' organizations in Africa. In D. E. Byerlee (Ed.), *Agricultural Research Policy in an Era of Privatization* (pp. 81-104). Oxon, UK: CABI.
- Kim, L. (1997). *From imitation to innovation: The dynamics of Korea's Technological Learning*. Boston: Harvard Business School Press.
- Leff, E. (1994). Sociología y ambiente: Formación socioeconómica racionalidad ambiental y transformaciones del conocimiento. In E. Leff, *Ciencias Sociales y Formación Ambiental* (pp. 17-84). Barcelona: Gedisa.
- Maral, D. S.-S. (2012). *Evaluation of the properties of Trichoderma spp. isolates as biocontrol agent and biofertilizer*.
- Molnar, J. y. (1988). Technology Transfer: Institutions, Models, and Impacts on Agriculture and Rural Life in Developing World. *Agriculture and Human Values* , 16-23.
- Nelson, R. y. (1993). Technical innovation and national systems. In R. Nelson (Ed.), *National Innovation Systems: A comparative analysis*. New York: Oxford University Press.
- Norris, P. y. (1987). Virginia Farmers' Soil Conservation Decisions: An Application of Tobit Analysis. *Southern Journal of Agricultural Economics* , 19, 79-90.
- Ogolo, M. B. (1994). Effective Communication in Sustainable Agricultural Technology Transfer by the 21st Century in Nigeria. Nigeria: Inaugural Conference of the Agricultural Extension Society of Nigeria.
- Ruttan, V. y. (1973). Technology Transfer and Agricultural Development. *Technology and Culture* , 14 (2 parte I), 119-151.

- SAGARPA. (2006). *Convocatoria Fondo Sectorial de Investigación en Materia Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos*. SAGARPA.
- Shaw, A. (1987). Approaches to Agricultural Technology Adoption and Consequences of Adoption in the Third World: a Critical Review. *Geoforum* , 18 (1), 1-19.
- Sokoya, O. (1998). Extension in the Service of the Small Scale Farmer in Nigeria: a participatory approach for sustainable agricultural extension. Makurdi, Nigeria: 4th Annual National Conference of Agricultural Extension Society of Nigeria.
- Spielman, D. E. (2008). An Innovation Systems Perspective on Strengthening Agricultural Education and Training in sub-Saharan Africa. . *Agricultural Systems* (98), 1-9.
- Vera-Cruz, A. O. (2004). *Cultura de la empresa y comportamiento tecnológico: Cómo aprenden las cerveceras mexicanas*. Mexico: UAM, ADIAT y Porrúa.
- Zarazúa, J. S. (2009). Esquemas de innovación tecnológica y su transferencia en las agroempresas frutícolas del estado de Michoacán. *Estudios Sociales* , 17 (34), 37-71.
- Zucconi, F. M. (1984). Phytotoxins during the stabilization of organic matter. In J. Gasser (Ed.), *Composting of Agricultural and other Wastes*. London: Elsevier Applied Science.