TESIS DE DOCTORADO EN SOCIOLOGÍA

DILEMAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE REDES DE CONOCIMIENTO ENTRE INVESTIGADORES DEL COLEGIO DE POSTGRADUADOS Y PRODUCTORES DE HUITLACOCHÉ EN EL VALLE DE PUEBLA

Alumna

M. en D.R. Rosaura Reyes Canchola

DIRECTORA DE TESIS

Dra. Yolanda Castañeda Zavala

Miembros del jurado

Dr. Daniel Claudio Martínez Carrera

Dra. Arcelia González Merino

Dr. Enrique Genaro Martínez González

Dra. Evelia Oble Vergara

Ciudad de México, marzo de 2021

DEDICATORIA

Para
Arturo,
Holkan, Mare, Adriana,
Ikal y Fausto.
Por su cariño y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A la **Dra. Yolanda Castañeda Zavala** por su dedicación y compromiso en el quehacer docente, a quien le agradezco su apoyo, tiempo, paciencia y valiosas observaciones y aportaciones en mi formación académica y en la elaboración de esta investigación.

A mi **Comité asesor** por el apoyo brindado en esta investigación, por las recomendaciones y valiosas contribuciones a este trabajo de investigación.

A las **profesor@s del Departamento de Sociología** de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, por compartir su conocimiento y contribuir a mi formación académica.

Al **Dr. Daniel Claudio Martínez Carrera** quien dirigió la estrategia de vinculación estudiada, la cual fue diseñada y ejecutada por el Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, funcionales y medicinales del *Campus* Puebla del Colegio de Postgraduados, con el financiamiento del Fondo Institucional del Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA actualmente SADER), y el Colegio de Posgraduados (CP), a través del convenio de asignación de recursos CAR-273547 firmado por el CP-CONACYT durante el período 2016-2021.

A la Universidad Autónoma Chapingo y al **Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agricultura de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM)** por el apoyo recibido para mi formación académica y profesional.

A mis compañeros de la **Línea de Historia Agraria**, en forma muy especial al Dr. Jorge Ocampo L., la Profa. Guadalupe Betancourt Roldán y el Tec. Alfredo González, por su valioso apoyo en todo este proceso.

RESUMEN

Dilemas en la construcción de redes de conocimiento entre investigadores del Colegio de Postgraduados y productores de huitlacoche en el Valle de Puebla

Rosaura Reyes Canchola¹, Yolanda Castañeda Zavala².

La presente investigación ubica y analiza las estrategias que generó el Centro público de investigación del Colegio de Postgraduados, *Campus*, Puebla para vincularse con grupos sociales de su entorno con el fin de transmitir un proceso de innovación biotecnológica. El Huitlacoche alimento único en el mundo, representa la combinación de un hongo comestible y la planta de maíz, alimento básico y emblemático para el sistema agroalimentario de nuestro país, que posee un conocimiento tradicional para uso en alimentación y salud. Se obtiene y consume en época de lluvias. Producto exótico, con importancia comercial en países de Europa. A pesar de su potencial de comercialización aún no es un producto rentable para los productores locales.

El Centro Público de Investigación, presentó importante avance en biotecnología para producción de huitlacoche en forma controlada, y para incentivar la colaboración propuso la Estrategia de vinculación: “Producción controlada de huitlacoche” a desarrollarse con productores del Valle de Puebla y contribuir en la transmisión de tecnología para formar espacios regionales de conocimiento e inclusión social. Se asumió el enfoque de redes y flujos de conocimiento para ubicar procesos, construir interacciones y tipo de intercambio entre academia y sectores productivos. La metodología fue de tipo mixto: cualitativa y cuantitativa, con entrevistas y el manejo de software UNICET 6.

Se concluye que las estrategias de vinculación y producción propuestas por el Centro de fueron efectivas, pues generaron en productores del Valle de Puebla altas expectativas de mejoramiento técnico y económico pero, la organización al interior del Centro público de investigación y las condiciones políticas y económicas imperantes en el contexto, dieron lugar a que este proyecto no tuviera los resultados esperados, no cubrió las necesidades y problemáticas existentes en las comunidades rurales del entorno.

El resultado general es que en la primera etapa se conformó una red de colaboración, la cual a medida que avanzó la estrategia de vinculación fue interrumpida al no haber un objetivo común a seguir. Estos son los dilemas de la construcción de redes de conocimiento.

¹ Tesis de doctorado

² Directora de tesis

ABSTRACT

Dilemmas in the construction of knowledge networks between researchers from the Postgraduate College and huitlacoche producers in the Puebla Valley

Rosaura Reyes Canchola, Yolanda Castañeda Zavala.

This research locates and analyzes the strategies generated by the Public Research Center of the Postgraduate College, Campus, Puebla to link with social groups in its environment to transmit a process of biotechnological innovation. The Huitlacoche, unique food in the world, represents the combination of an edible mushroom and the corn plant, a basic and emblematic food for the agri-food system of our country, which has traditional knowledge for use in food and health. It is obtained and consumed in the rainy season. Exotic product, with commercial importance in European countries. Despite its commercialization potential, it is not a profitable product for local producers.

The Public Research Center presented an important advance in biotechnology for the production of huitlacoche in a controlled way, and to encourage collaboration, it proposed the Linking Strategy: "Controlled production of huitlacoche" to be developed with producers in the Puebla Valley and contribute to the transmission of technology to form regional spaces of knowledge and social inclusion. The approach of networks and knowledge flows served to locate processes, build interactions and the type of exchange between academia and productive sectors. The methodology was of a mixed type: qualitative and quantitative, with interviews and the use of UNICET 6 software.

It is concluded that the linkage and production strategies proposed by the Center of were effective, since they generated in the Puebla Valley producers high expectations of technical and economic improvement, but the organization within the public research center and the prevailing political and economic conditions In the context, they led to this project not having the expected results, it did not cover the needs and problems existing in the surrounding rural communities.

The general result is that in the first stage a collaboration network was formed, which as the linking strategy progressed was interrupted as there was no common objective to follow. These are the dilemmas of building knowledge networks.

INDICE DE CONTENIDO

Siglas	
Indice de cuadros	
Indice de figuras	
Indice de graficas	
Indice de imágenes	
INTRODUCCION	1
Objetivos	7
Hipótesis	7
Estructura de la tesis	8
CAPÍTULO 1. FLUJOS DE CONOCIMIENTO E INTERACCION SOCIAL PARA EL DESARROLLO LOCAL	9
Introducción	
1.1. Red, concepto, características	10
1.2. Red sociotécnica	12
1.3. Red de conocimiento	16
1.4. Confianza y traducción	24
1.4.1. Confianza	24
1.4.2. Traducción	28
1.5. Reflexiones del capítulo	
CAPÍTULO 2. PROCESOS DE CAMBIO EN LA PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO. VÍNCULO PRODUCTORES-UNIVERSIDAD	31
Introducción	
2.1. Desarrollo de la política de CyT en México	31
2.2. Políticas de Estado en Ciencia y Tecnología	34
2.3. Política para fomentar la vinculación entre instituciones de investigación y productores	41
2.4. Producción de conocimiento en instituciones públicas	42
2.5. Vinculación como función de las universidades	47
2.5.1. Vinculación como vía para la transmisión de conocimiento	49
2.5.2. Factores que favorecen o impiden el vínculo universidad-productores	51
2.6. Vinculación para la inclusión social	55
2.7. Reflexiones del capítulo	
CAPÍTULO 3. INSTITUCIONES QUE DESARROLLAN INVESTIGACIÓN EN HONGOS COMESTIBLES	61
Introducción	
3.1. Investigación fúngica en México	61
3.2. Instituciones e investigadores de Hongos en México	67

3.3.	Concepto de hongos comestibles, funcionales y nutricionales	75
3.4.	Antecedentes de la investigación del huitlacoche	77
3.4.1.	Proceso productivo de hongos y aprovechamiento de residuos	85
3.5.	Reflexiones del capítulo	
CAPÍTULO 4. CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE CONOCIMIENTO CENTRO PÚBLICO DE INVESTIGACIÓN-PRODUCTORES EN PUEBLA.		89
Introducción		
4.1.	Metodología	89
4.2.	Antecedentes de la estrategia “ Producción controlada de huitlacoche”	93
4.3.	Relación gobierno-institución	104
4.4.	Etapas de desarrollo del programa	105
4.4.1.	Producir y transferir conocimiento para construir una red	107
4.4.2.	Estrategias de vinculación con productores	109
4.4.3.	Vinculación: tarea de las instituciones	110
4.4.4.	Etapas, responsables y su función	115
4.5.	Desarrollo para la transmisión del conocimiento	117
4.6.	Resultados	138
4.7.	CBTA - Institución: una experiencia diferente de vinculación	145
4.7.1.	Resultados de la experiencia con el CBTA	149
4.8.	Afectaciones al proyecto por el contexto	150
Contrastación de hipótesis		153
Conclusiones		156
Entrevistas		159
Referencias		160
Anexos		170

SIGLAS

CB-HCFM	Centro de Biotecnología de hongos comestibles, funcionales y medicinales, del <i>Campus</i> Puebla del Colegio de Postgraduados
CIBIOGEM	Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados
CPI	Centros Públicos de Investigación
CPP	Colegio de Posgraduados, Puebla
ECOSUR	El Colegio de la Frontera Sur
FORDECYT	Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación
INECOL	Instituto Nacional de Ecología
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
ITVO	Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca
PECITI	Programa Especial de Ciencia Tecnología e Innovación
P-ICTI-RGHCFM	Plataforma de Investigación Científica, Tecnológica y de Innovación (P-ICTI), sobre Recursos Genéticos de Hongos Comestibles Funcionales y Medicinales (bioprospección, aislamiento, manejo y conservación in vitro).
PNPC	Programa Nacional de Posgrados de Calidad
ProNacES	Programas Nacionales Estratégicos
SIICYT	Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación
SNI	Sistema Nacional de Investigadores
U de G	Universidad de Guadalajara
UACH	Universidad Autónoma Chapingo
UAEH	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
UAEM	Universidad Autónoma del Estado de Morelos
UAEMOR	Universidad Autónoma de Morelia
UAGUE	Universidad Autónoma de Guerrero
UPAEP	Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
UV	Universidad Veracruzana

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Fondos CONACyT para estimular la ciencia y tecnología agrícola 2012-2018	35
Cuadro 2. Programa Institucional del CONACYT: Objetivos prioritarios. 2020	37
Cuadro 3. Medición de la Pobreza, 2008-2018. Estados Unidos Mexicanos	56
Cuadro 4. Indicadores de carencia social	56
Cuadro 5. Proporción de los principales géneros de hongos comestibles que se resguardan en el Cepario del Instituto de Ecología. A. C.	65
Cuadro 6. Instituciones e investigadores de hongos en México	68
Cuadro 7. Indicadores básicos de la red de colaboración	97
Cuadro 8. Poder de Bonacich normalizado de los actores de la red de Colaboración en el CP	98
Cuadro 9. Indicadores básicos de la red de transferencia de tecnología	136
Cuadro 10. Poder de Bonacich normalizado de los actores de la red de Colaboración en el CP	137
Cuadro 11. Indicadores de la red de colaboración para el Proyecto de Huitlacoche	145

Índice de figuras

Figura 1. Modelo Lineal ofertista del desarrollo tecnológico y la innovación	44
Figura 2. Línea de tiempo; Investigación de huitlacoche, científicos mexicanos en México	79
Figura 3. Actores y sus vínculos	110

Índice de gráficas

Grafico 1. Red general de colaboración entre instituciones en México	71
Grafica 2. Construcción de redes en torno a la investigación de hongo por tipo de colaboración.	71
Gráfica 3. Red de colaboración entre el grupo de investigación en el Colegio de Posgraduados, Puebla	97
Grafica 4. Red de transferencia tecnológica de Investigadores a productores de huitlacoche	136
Grafica 5. Evolución de las redes de colaboración institucional en el tiempo	143
Grafica 6. Evolución de las redes de colaboración institucional en materia del proyecto de huitlacoche	144

Índice de imágenes

Imagen 1.	Dr. Miguel Ulloa. Universidad Nacional Autónoma de México	62
Imagen 2.	Dra. Evangelina Pérez, Universidad Nacional Autónoma de México	62
Imagen 3.	Dr. Teófilo Herrera, laboratorio de hongos en la Universidad Nacional Autónoma de México, 2012. (QEPD).	63
Imagen 4.	Dr. Guzmán en su laboratorio del INECOL, Xalapa, Ver. 2012	63
Imagen 5.	Dr. Guzmán inaugurando Exposición de hongos en Texcoco, 2013.	63
Imagen 6.	Dra. Laura Guzmán, Centro Universitario, Guadalajara, 2012.	69
Imagen 7.	Dr. Roberto Valenzuela, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, 2012	69
Imagen 8.	Dr. Roberto Garibay del laboratorio de hongos de la UNAM, 2012	69
Imagen 9.	Dr. Daniel Martínez Carrera, oficina en COLPOS, 2012.	75
Imagen 10.	Huitlacoche en la obra “Historia de las cosas de la Nueva España”	78
Imagen 11.	Hongos seta en Historia de la empresa Hongos Leben	81
Imagen 12.	ENDOTZI, empresa productora y comercializadora del huitlacoche en México	81
Imagen 13.	Logo de la empresa Monteblanco.	83
Imagen 14.	Huitlacoche	95
Imagen 15.	Mapa municipal del Estado de Puebla que ubica las comunidades participantes en el proyecto	100
Imagen 16.	Evento oficial, presentación de Estrategia, Puebla, 2017.	101
Imagen 17.	Evento oficial, presentación de Estrategia, Puebla, 2017.	101
Imagen 18.	Especies de relevancia económica y nutritiva y medicinal, como base del proyecto presentado por el COLPOS ante el FORDECYT en 2016	102
Imagen 19.	Equipo interdisciplinario e interinstitucional, que participó en la investigación y elaboración del Huitlacoche.	109
Imagen 20.	Muestra parte del proceso biotecnológico (producción de micelio, siembra en cajas de petri), producto (agallas en el maíz) y tabla del contenido nutricional del huitlacoche.	119
Imagen 21.	Diferentes áreas del laboratorio del Colegio de Postgraduados campus Puebla.	120
Imagen 22.	Técnica de inoculación con inóculo de huitlacoche en planta de maíz, demostrada por el ing. Morales, 2018.	124
Imagen 23.	Huitlacoche en mazorca	127
Imagen 24.	Sr. Enares mostrando una caja con huitlacoche desgranado.	127
Imagen 25.	Evaluación del producto	128
Imagen 26.	Demostración de la técnica de desgranado y empacado del huitlacoche de forma semi-rústica a nivel local.	129
Imagen 27.	Proceso rustico de rebanado y empacado del huitlacoche, por productores del municipio de Tetecala, Morelos, 2018.	130
Imagen 28.	Quesadilla de huitlacoche con maza se maíz mezclado con nopal, para dar color verde y ahorrar en maíz.	131
Imagen 29.	Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario, “Vicente Ferrer” en Calpan, Puebla	146

INTRODUCCIÓN

Las Instituciones y los Centros públicos de investigación México, son espacios para generar y desarrollar conocimiento, mismo que, dependiendo del contexto económico, político, social o cultural, se torna indispensable de transmitir y aplicar a los grupos sociales con el objeto de abrir una vía para su conocimiento y potencial apropiación. Pero, en múltiples ocasiones y por varios factores, la transmisión y aplicación de este conocimiento no se realiza, permanece archivado.

Cuando se habla de generación de conocimiento, la atención se orienta en Centros de públicos de investigación (CPI) y las Universidades, como determinantes en la producción y distribución del conocimiento. Los procesos interactivos y cooperativos entre actores y la enseñanza en la construcción de redes de conocimiento, son clave para la contribución de las universidades y los CPI al desarrollo social y como una vía para influir en la orientación de las políticas de ciencia y tecnología en la región (Casas, 2015:1).

En el ámbito social, en la actualidad cada vez se torna más necesario contemplar a la ciencia y la tecnología como parte de la sociedad, pues se encuentran estrechamente relacionadas y más que ser mundos separados, representan una construcción de significados por parte de la sociedad, de los científicos y de los tecnólogos.

Los estudios de la configuración social de la tecnología no se limitan a considerar los impactos sociales de la misma, sino que van más allá, al analizar su contenido. Por lo tanto ellos muestran que la tecnología no se desarrolló de acuerdo con una lógica técnica interna, sino que es un producto social modelado por las condiciones de su creación y de su uso.

Cada etapa de generación y aplicaciones tecnológicas supone un conjunto de opciones tecnológicas que en su momento pueden tener disímiles implicaciones para los grupos sociales. Por lo tanto, los estudios sociales de la ciencia y la tecnología se enfocan al análisis de los

desarrollos sociales, históricos, económicos y políticos que afectan la producción y la aplicación de la ciencia y la tecnología (Casas, 2003).

“En el campo de las Ciencias Sociales se analizan las relaciones entre avances de la ciencia, las aplicaciones de la tecnología y las implicaciones positivas y/o negativas para la sociedad” (De Puelles, 1998). “Su propósito consiste en situar a la ciencia y la tecnología en su contexto social. Desmitificar, que no es descalificar, sino situar las cosas en el lugar que le corresponde, es decir, mostrar sus alcances y limitaciones” (López –Cerezo, 1998, citado por Chauvet, 2015:20).

Los estudios sociales de la ciencia, la tecnología y la innovación, se pueden considerar un buen marco teórico-metodológico para analizar las implicaciones sociales de las nuevas tecnologías en general, “encuentran que el papel del científico social es de traductor-facilitador porque puede ubicar las necesidades sociales frente a las innovaciones tecnológicas, con el objetivo de no sólo ser como un enlace, sino poder prevenir con relación a las repercusiones en el ámbito social, económico, político, ético y ambiental y con base en ello, plantear alternativas que puedan encauzar la tecnología hacia el beneficio de amplios grupos sociales y no solo de un reducido número de personas privilegiadas” (Chauvet, 2015:21).

“En este contexto, el núcleo de necesidades sociales básicas a atender en nuestro presente se focaliza en la adecuada gestión social del conocimiento, en todos los momentos de su diseño, realización, valoración, a través de la discusión crítica sobre la pertinencia del conocimiento generado, hasta la eficacia de su distribución y apropiación social” (Hernanz, 2012:12).

Por las características de los estudios de ciencia tecnología y sociedad expuestas, la presente investigación se enlaza de manera natural, desde la perspectiva de la generación, uso del conocimiento y los procesos de vinculación para la interacción entre actores, como vía para la construcción de redes de conocimiento.

El interés de la presente investigación es abordar el tema de la vinculación para la transmisión del conocimiento que se produce en las instituciones y centros de investigación pública, que especialmente está proyectado para ser utilizado y dar solución a diferentes problemáticas de los grupos sociales del entorno territorial, en busca de un posible beneficio. Sin embargo, existen múltiples casos en los cuales por diversas razones dicho conocimiento no es transmitido, ni aplicado de forma inmediata, originando una desvinculación entre los beneficiarios y los hacedores.

Ante esta situación la pregunta es, cuando una institución transmite conocimiento a grupos sociales locales como las comunidades rurales ¿de qué forma llega el conocimiento que proviene de las Instituciones y centros de enseñanza, a estos grupos sociales? y ¿cómo se podrían favorecer de dicho conocimiento?

Los actores y procesos que intervienen en la producción y transmisión de conocimiento científico pueden ser analizados desde la perspectiva de tomar en cuenta su potencialidad para realizar ciertas actividades y producir conocimiento que genere impactos sociales positivos, por lo que esta oferta de conocimiento producido tendrá cierto potencial para responder a las problemáticas sociales. Por lo tanto, las características de esta oferta, su calidad o su especificidad temática, dan cuenta de su correspondencia y vinculación con las demandas de la sociedad y ofrecen una medida de la capacidad de influencia e impacto de los actores científicos en el grupo social.

Para desarrollar la presente investigación, se tomó como estudio de caso, la estrategia de vinculación que concibió e implementó el Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicina del *Campus* Puebla del Colegio de Postgraduados, (CB-HCFM, 2016), denominada “Producción controlada de huitlacoche”. Esta estrategia ubicó a tres actores principales: el equipo de investigadores en el *Campus* Puebla del Colegio de Postgraduados (CPP), Centro público de investigación, quienes desarrollaron e implementaron un proceso biotecnológico productivo del huitlacoche, con el fin de validarlo y aplicarlo y de esta manera contribuir al bienestar de los productores; un segundo actor, fueron los productores del Valle de

Puebla quienes recibieron el conocimiento con el fin de adoptarlo, apropiarse de él y obtener un beneficio. Un tercer actor es el gobierno que a través de Instituciones seleccionadas, otorgaron diferentes formas de apoyo para la investigación e implementación la estrategia de vinculación.

Para este estudio de caso, se eligió la zona del Valle de Puebla como área de investigación porque es parte de la región que en México se considera centro de origen del maíz, característica importante porque implica que sus habitantes por generaciones han conservado un amplio conocimiento de su cultivo y uso, y además el maíz es la base para la producción del huitlacoche, hongo comestible de importancia alimenticia y económica.

Otra razón es que en la zona de Puebla está ubicado El Colegio de Postgraduados, una Institución pública de investigación de alto prestigio y en el cual el Centro de Biotecnología de Hongos comestibles, funcionales y medicinales, ha desarrollado una amplia investigación en el campo de los hongos comestibles, misma que a través de diferentes formas de vinculación, transmiten en forma constante a grupos sociales.

Lo anterior cobra relevancia si además de analizar la participación de estos sectores con el fin de desarrollar un programa de mejoramiento tecnológico, también se valoran y toman en cuenta factores como la diversidad biológica, las condiciones ambientales y las características sociales y culturales en las que está inserto el grupo social al que va dirigido el proyecto, bajo la consideración de que éstos pueden ser factores que influyen en el grado de conocimiento y apropiación tecnológica de los productores, en este sentido en los siguientes párrafos se mencionan algunos de éstos factores.

Diversidad biológica y cultural en proceso de revalorización

México es una de las regiones del mundo con una importante diversidad biológica. Toledo, explica que, “la mitad de los ejidos y comunidades se encuentran entre los diez estados clasificados como de mayor diversidad biológica del país”. “Además, las principales reservas de la biósfera de México se hallan cerca o dentro de territorios campesinos e indígenas”. Toledo y

Ortiz (2014:41). Dicha diversidad se ha visto afectada en factores ambientales de forma cada vez más acelerada, como son el cambio climático y la extracción indiscriminada de recursos naturales no renovables generando una escasez.

De igual forma, México es un país *mega-diverso* en lo que a *riqueza cultural* se refiere, sus habitantes poseen y preservan un conocimiento basado en saberes locales y tradicionales, mismos que han sido transmitidos de forma oral por generaciones (Toledo, 2014).

“México fue el escenario donde se gestó y desarrolla una de las más vigorosas civilizaciones antiguas: Mesoamérica¹. En esa región cultural florecieron numerosas sociedades a partir de la domesticación del maíz y de otras especies de plantas -la mayoría alimenticias- en un proceso que llevó cerca de nueve mil años” (Toledo, 2014:40).

Ambos universos de diversidad biológica y riqueza cultural constituyen sin duda un tema fundamental para la ciencia mexicana, razón por la cual en la actualidad, las instituciones de investigación están orientando sus proyectos hacia la perspectiva de la calidad y producción de alimentos y su relación con las prácticas culturales. Desde la anterior perspectiva el Dr. Martínez-Carrera (2016) comenta que: un factor importante para la diversificación agroalimentaria será la innovación procedente de los recursos genéticos nativos. Lo cual es posible lograr si el conocimiento sobre el tema, generado en instituciones y centros de investigación es transmitido en tiempo y forma a la población.

Una problemática que se observa a lo largo del territorio nacional es que, existen centros de investigación en los que se produce conocimiento, pero no se tiene información clara y suficiente de la vía en cómo es transmitido y distribuido a los posibles beneficiarios, más aún si estos son de extracción rural, campesina o indígena.

¹ Mesoamérica: “en esta región cultural florecieron numerosas sociedades a partir de la domesticación del maíz y de otras cien especies de plantas -la mayoría alimenticias-; un proceso que llevó aproximadamente 7 mil años (...) Su valor radica en que en ella se encuentran las áreas biológicas más ricas del país, las porciones de selva y bosques mejor conservadas, numerosas regiones productoras de agua, y la mayoría de los sistemas de agricultura tradicional, la cual mantiene una notable riqueza genética (germoplasma) encabezada por el maíz” (Toledo, 2014:40).

En la actualidad, debido a las décadas de colonialismo, neocolonialismo, depredación de recursos naturales y por la acción del capitalismo, muchas comunidades rurales, están presenciando y padeciendo cambios en clima y recursos biológicos, situación que ha dado lugar a que su producción disminuya en calidad, cantidad y por consiguiente afectando su economía familiar, motivo por el cual desde hace tiempo estas comunidades están en busca de generar nuevas estrategias para la producción de alimentos, explorando otras vías, métodos y procedimientos para que su alimentación adquiera mayor calidad nutricional y alimenticia e implementar la forma de adquirir una mayor conciencia para impulsar mejoras en la producción de alimentos y lograr que la dieta humana sea más completa, suficiente y equilibrada, para beneficio de su calidad de vida (Castañeda y Calderón, 2020).

Con base en lo expuesto anteriormente el interés de esta investigación es: analizar los procesos que se desarrollan entre las instituciones públicas de enseñanza e investigación y los grupos de productores beneficiarios durante la fase de vinculación para la transmisión de tecnología, dando lugar a la construcción de una red conocimiento cuyas interacciones y resultados puedan ser de beneficio para ambas partes.

Preguntas de investigación

Pregunta general

¿Cuál es la importancia de ubicar los procesos de construcción de las redes de conocimiento entre el sector académico y los productores con el fin de mejorar su producción, economía y bienestar social desde el proyecto “Producción controlada de huitlacoche”?

Preguntas específicas

1. ¿Qué tipo de vínculo se da por la interacción entre instituciones de investigación y sociedad campesina, al transmitir conocimiento?
2. ¿Quiénes juegan el papel de traductores en los procesos de transmisión del conocimiento?
3. ¿Qué nivel de participación tienen los productores campesinos durante el proceso de transmisión de conocimiento en el proyecto?

4. ¿La transmisión de este conocimiento, de qué manera interviene en la experiencia productiva local de los productores campesinos?

Objetivos

Objetivo general

Analizar el complejo proceso de construcción de una red de conocimiento entre el Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles Funcionales y Medicinales del *Campus* Puebla del Colegio de Posgraduados y productores de huitlacoche del Valle de Puebla.

Objetivos particulares

Identificar qué estrategia emplea el CB-HCFM para incentivar la vinculación y transmisión de conocimiento a los grupos de productores de huitlacoche.

Conocer y analizar el tipo de procesos que se generan por la interacción entre investigadores y productores durante el proceso de transmisión de conocimiento.

Analizar si en este proceso es factible la formación de una red de conocimiento entre CB-HCFM y productores del Valle de Puebla.

Hipótesis

En la actualidad la transmisión de conocimiento entre instituciones públicas de investigación y productores ha generado poca o nula vinculación entre ellos. Por esta razón, ha sido necesario buscar alternativas que derriben las barreras y permitan que los resultados del conocimiento lleguen a beneficiar a ambas partes. Por lo anterior, el desarrollo de la estrategia de vinculación organizada por el Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles Funcionales y Medicinales denominada “Producción controlada de huitlacoche” en el Valle de Puebla, puede ser una opción que abra nuevas vías de comunicación con productores y fortalezca los procesos de configuración de redes de conocimiento, estableciendo caminos para la transmisión de las innovaciones, mismas que se van afianzando en la medida en que interactúan los múltiples actores en torno a un objeto sociotécnico, y su resultado puede contribuir en la transmisión de tecnología para formar espacios regionales de conocimiento.

Estructura de la tesis

La tesis consta de cuatro capítulos que muestran el contenido de la investigación. En el capítulo I, se presentan y analizan los conceptos de redes de conocimiento y redes sociotécnicas como base para ubicar los procesos interactivos en la producción, transmisión y utilización del conocimiento en un contexto local y regional. En el capítulo II, se despliegan algunos planteamientos de las políticas públicas que sirven como eje para las estrategias de vinculación entre universidades públicas y grupos sociales. El capítulo III, se desarrolla en el tema de trayectoria de la investigación de hongos comestibles en México, como soporte y origen de esta investigación. Y en el capítulo IV, se abordan los resultados y discusión, con base en la información acerca del desarrollo, implementación y resultados de la estrategia de vinculación para la transmisión de conocimiento entre Institución y productores, como parte del proceso para la configuración de una red de conocimiento y se presenta un análisis. Finalmente, se presentan las conclusiones, dando respuesta a los objetivos e hipótesis planteada en la investigación.

CAPÍTULO 1

FLUJO DE CONOCIMIENTO E INTERACCIÓN SOCIAL PARA EL DESARROLLO LOCAL

Introducción

El presente capítulo tiene como objeto abordar diferentes concepciones teóricas que se emplearán como soporte para el análisis de la estrategia y los mecanismos de vinculación que las instituciones instrumentan para incentivar el flujo de conocimiento y de igual forma sean una guía en el estudio de los procesos de interacción para la generación, transferencia y uso del conocimiento en un contexto local.

Desde hace varias décadas, investigadores de México y Latinoamérica, desarrollan el tema de las redes de conocimiento como una base para caracterizar los tipos de interacción entre ciencia, universidad y sociedad en la región latinoamericana.

Por lo anterior, el concepto de Redes de Conocimiento (RC) será el soporte de análisis de este trabajo. Desde la perspectiva de Rosalba Casas, una de las investigadoras mexicanas que ha desarrollado ampliamente este concepto, explica que, una red se forma porque “permite ubicar diferentes y múltiples tipos de colaboración entre los actores, independientemente que se orienten o no a una innovación. Pueden derivar o contener redes profesionales o no, capacitación, difusión, transmisión e intercambio de conocimiento y pueden ser el punto de partida para la construcción de redes de innovación o de innovadores” (Casas, 2001:7).

“El trabajo en red es el resultado de la adopción de formas flexibles y participativas de organización, implementadas a la hora de crear y aplicar los conocimientos para la solución de problemas, en ellas, actores de diversas procedencias se relacionan a fin de abordar problemas concretos y proponer soluciones, utilizando para ello sus capacidades y buscando por este medio complementarlas” (Albornoz y Alfaraz, 2006:7).

Otros teóricos abordan la noción de conocimiento desde dos perspectivas diferentes, “una es la perspectiva objetivista, que ve al conocimiento como algo que se puede adquirir, almacenar y convertir y otra es una perspectiva basada en la práctica. Mientras que la perspectiva objetivista asume que el conocimiento es una entidad objetiva que se puede codificar mediante procesos cognitivos e intelectuales y en la que claramente se distingue entre lo tácito y lo explícito, la perspectiva basada en la práctica enfatiza que el conocimiento se constata en la práctica y que hay un continuo entre lo tácito y lo explícito; esto último significa que el conocimiento no es una entidad objetiva separada del sujeto y de la acción humana, sino que se trata de una práctica humana social y culturalmente constituida” (Virtanen, 2010; McIver, Lengnick-Hall y Ramachandran, 2012; citados por Casas, 2015).

Como comentamos, el conocimiento generado es transmitido y aplicado, al realizar esta acción se genera una forma de interacción entre los actores que intercambian este conocimiento, y esos intercambios dan pauta para la posible construcción de redes.

1.1. Red: concepto y características

“La noción de red ha sido utilizada en diferentes disciplinas sociales...es un concepto clásico en los estudios sociológicos y de antropología social, utilizado ampliamente durante los años sesenta y setenta (Mitchell, 1973), dando lugar a una diversidad de enfoques como redes de intercambio, redes de poder, etcétera” (Casas, 2016:4).

“La idea de red social establece que todas las estructuras sociales pueden ser conceptualizadas como redes, en donde los nodos representan a los actores y las áreas que conectan los nodos, representan las relaciones entre actores, (Hedstrom y Swedberg, 1994). Es decir, es una forma de concebir la interacción social, concepto fundamental en el ámbito sociológico” (Casas, 2016:6).

Cuando se organizan procesos para configurar redes, se tienen desarrollos de prácticas comunes, aprendizajes, intercambios tecnológicos, se imponen normas y estándares que reducen

duplicación de esfuerzos en investigación y se pueden obtener ventajas conjuntas del “saber cómo” en la tecnología (Casas, 2016).

Las redes son más que la suma de relaciones bilaterales, por lo cual es necesario detectar los cruces de relaciones entre los actores, que además se caracterizan por que son relaciones de *ida y vuelta* es decir son procesos interactivos que se construyen a través del aprendizaje entre actores. Es decir, es una cadena de vinculaciones en donde es importante detectar cuáles juegan un papel primario y cuáles uno secundario. (Casas, 2016:15).

Desde la perspectiva de Luna y Velazco (2003) las redes constituyen una manera de acoplamiento específica, con características propias. Estas dejan observar las capacidades y limitaciones específicas de las redes para la ejecución de ciertos objetivos, en este caso señalados a la producción y transmisión del conocimiento.

Las redes operan en el contexto de altos niveles de incertidumbre respecto a sus procedimientos y a sus posibles resultados. Para construir y alcanzar metas comunes, las redes dependen de la comunicación, y el flujo de información, e implican una tensión entre cooperación y el conflicto derivados de intereses, recursos y necesidades diversas. (Luna, 2006:19).

Mientras que las interacciones simples, dependen de un solo tipo de confianza, “las redes involucran un equilibrio inestable entre tres fuentes de confianza: la reciprocidad, el conocimiento experto o experiencia y las relaciones personales o comunidad de valores que pueden complementarse, yuxtaponerse o entrar en conflicto” (Luna 2006:20).

“Entre las características estructurales de las redes están: distribución, descentralización, colaboración y adaptación. La estructura está basada en la reciprocidad y la confianza. La se cristaliza alrededor de un propósito unificado. Movilizando a miembros independientes a través de vínculos voluntarios, en torno a sus líderes en niveles integrados por lazos de solidaridad” (Casas, 2016:9).

De acuerdo con Gross, *et al.*, 2001:20) las redes, generan nuevo conocimiento; generan un conocimiento operacional, y diseminan el conocimiento global a nivel local; promueven nuevas formas de comunicación entre distintos actores y representan una nueva forma de organización social en favor del desarrollo local.

Como parte del funcionamiento de las redes, encontramos que principalmente se conforman por relaciones formales explícitas, que pueden tener un grado alto de incertidumbre.

De igual forma, cuando se genera y transmite una innovación, también se transmite información, la cual es generada con base en una importante cantidad de relaciones informales.

Las redes son estructuras encaminadas al encuentro y eventualmente a la solución de complicaciones habituales, que cruzan trabas sectoriales, institucionales, organizativas, culturales o territoriales y vinculan actores de distintos entornos constitucionales. Para cimentar y lograr metas comunes, las redes dependen de la comunicación y el flujo de información, e involucran una tensión entre la cooperación y el conflicto derivados de intereses, recursos y necesidades diversas (Casas y Luna, 2009).

Desde el punto de vista de la morfología de la red, estas características se manifiestan en una configuración poli-céntrica y en un sistema de relaciones de ligas estructuralmente débiles pero comunicativamente fuertes, donde la debilidad se refiere al bajo nivel de proximidad entre actores y la fortaleza es informativa. Esta configuración es resultado de una membresía elástica y heterogénea, la cual se orienta con base en diferentes códigos o lenguajes que no siempre son consistentes y que requieren de sistemas de traducción. (Luna y Velazco 2003:20).

En relación con el tiempo de duración, se ha observado que las redes tienen un horizonte limitado, lo cual se refiere a que cuando cumplen sus objetivos o cuando predomina un conflicto o cuando se fracturan los acuerdos, la red se diluye en forma casi inmediata.

Con base en sus objetivos, necesidades y usos las redes han adoptado múltiples enfoques para abordar el tema de las redes de conocimiento o de temas similares como: redes de información, redes de producción, redes de investigación, redes de innovación, redes socio-técnicas, redes de colaboración, etcétera. De los enfoques antes mencionados, se retomará el de Red socio-técnica, porque se considera parte de la base para el análisis de la presente investigación.

1.2. Red sociotécnica

Hablar de este tema lleva necesariamente a buscar en la literatura lo que se ha escrito al respecto y hasta la fecha se puede observar que existen múltiples propuestas teóricas y empíricas para describir la forma en cómo se han dado los procesos de construcción de una red sociotécnica.

Asimismo, en una revisión documental apreciamos que gran parte de las publicaciones sobre el tema se basan en estudios realizados acerca de la relación que establecen las instituciones

o centros de investigación con empresas y los resultados presentados, la mayoría describe procedimientos de transferencias exitosas de tecnología a nivel regional o de Estado. De esta manera, en las publicaciones, se descubre que hay muy pocos trabajos que documentan la transferencia de tecnología a nivel local. En esa revisión también se pudo ver que hay experiencias en las que se hallan aquellas tecnologías que fueron explicadas y aplicadas a grupos sociales rurales, pero por una o varias razones, no se obtuvieron resultados positivos, o sea que fracasaron y no se logró una apropiación por parte de la sociedad.

¿Por qué o como sucedió que no funcionara? Acerca de ello, Pinch, Bijker (1995) y algunos otros, han estado trabajando y esbozan un planteamiento al respecto.

“El funcionamiento o no funcionamiento de un artefacto (o tecnología) es resultado de un proceso de construcción sociotécnica en el que intervienen, normalmente de forma autoorganizada, elementos heterogéneos: condiciones materiales, sistemas, conocimientos, regulaciones, financiamiento, prestaciones etcétera” Thomas y Fressoli, (2008). Y acerca de esta propuesta de construcción sociotécnica, estos autores citan a Bijker, (1995):

El “funcionamiento” de los artefactos no es algo dado, “intrínseco a las características del artefacto” sino que es una contingencia que se construye social, tecnológica y culturalmente. Supone complejos procesos de adecuación de respuestas/soluciones tecnológicas a concretas y particulares articulaciones socio-técnicas históricamente situadas. El funcionamiento o no funcionamiento debe ser analizado simétricamente. El funcionamiento de un artefacto sociotécnico es un proceso de construcción continua, que se despliega desde el mismo inicio de su concepción y diseño. Aún después de cierto grado de estabilización, se continúan realizando ajustes y modificaciones que construyen nuevas y diversas formas de “funcionamiento” (Bijker, 1995).

Acerca de lo cual Thomas y Fressoli (2008) agregan que:

Los procesos de producción y de construcción social de la utilidad y el funcionamiento de las tecnologías, constituyen dos caras de la misma moneda de adecuación sociotécnica: la utilidad de un artefacto o conocimiento tecnológico no es una instancia que se encuentra al final de una cadena de prácticas sociales diferenciadas, sino que está presente tanto en el diseño de un artefacto, como en los procesos de resignificación de las tecnologías en los que participan diferentes grupos sociales relevantes (usuarios, beneficiarios, funcionarios públicos, ONG, etcétera). (Thomas y Fressoli, 2008:123).

Por su parte, en relación a lo mencionado estos autores, retoman a Wiebe Bijker (1995) en referencia al artículo en el que puntualiza su concepto de lo socio-técnico:

Las relaciones que analicé fueron simultáneamente sociales y técnicas, pero las relaciones puramente sociales sólo pueden ser encontradas en la imaginación de los sociólogos, las relaciones puramente técnicas solo se encuentran en el terreno de la ciencia-ficción. Lo técnico es socialmente construido y lo social es tecnológicamente construido. Todos los ensambles son estructurados al mismo tiempo tanto por lo técnico como por lo social. (Bijker, 1995; 273).

Un enfoque para examinar este tema, es la teoría del análisis de las redes sociales (ARS) la cual permite ahondar en el estudio de las estructuras sociales que subyacen a los flujos de conocimiento y de información. Por su parte y como otra propuesta para poder analizar el tema, Latour y Callon dieron a conocer sus estudios relacionados con la difusión de la innovación con su Teoría del Actor Red (TAR).

La teoría del actor red (TAR) trata sobre los fenómenos ligados a la innovación, en particular a la difusión de innovaciones, con base en la importancia del aprendizaje mediante el uso. Son las redes socio-técnicas las que hacen posible la circulación de las innovaciones, y éstas son sólidas en la medida en que permiten la convergencia entre múltiples actores en torno a un objeto técnico. (Arvanitis, 1996:49).

Dicho planteamiento de redes socio-técnicas parte de que mediante complejos procesos de combinación se van centrando en la relación entre actores humanos y leyes naturales. Sobre este punto desde la perspectiva de Thomas y Fressoli, (2008), acerca de la relación problema-solución plantean que, “los problemas y las relaciones de correspondencia “problema-solución” constituyen construcciones socio-técnicas. Esto es, en los procesos de construcción socio-técnica de las tecnologías sociales, la participación relativa del accionar problema-solución alcanza tal carácter dominante que condiciona el conjunto de prácticas socio institucionales y en particular, las dinámicas de conocimiento generado en esos procesos-solución es en parte codificado y en parte tácito” (Thomas y Fressoli, 2008:124).

Por ejemplo, Bijker y sus colaboradores han hallado resultados fructíferos en sus estudios sobre Sociología de la tecnología, acerca de lo cual se señala dos aproximaciones que son el Programa empírico del Relativismo (PER) y la Construcción Social de la Tecnología (CST).

El PER fue parte de una tradición floreciente en la sociología del conocimiento científico: era un programa bien establecido, apoyado en mucha investigación empírica. En contraste, la sociología de la tecnología es un campo embrionario sin tradiciones de investigación bien establecidas. La aproximación que trazamos específicamente (CST), si bien está ganando impulso, está sólo en sus primeras etapas empíricas. (Pinch y Bijker, 1987:24).

En varios artículos se han dado a conocer conceptos y orientaciones en los cuales a lo largo de las últimas décadas han predominado los estudios sobre innovación y sobre historia de la tecnología, y se pueden considerar muy alentadores desde la perspectiva de algunos teóricos con nuevos planteamientos,² como por ejemplo el Programa Empírico del Relativismo (PER). “Este programa es una aproximación conceptual que ha producido diversos estudios orientados a demostrar la construcción social del conocimiento científico en las ciencias “duras”.... Sus principales características son: el foco en el estudio empírico de los desarrollos científicos contemporáneos, y el estudio de las controversias” Pinch y Bijker, 1987:22).

“Es un esfuerzo de los sociólogos por comprender el contenido de las ciencias naturales en términos de construcción social” (Pinch y Bijker, 1987: 23)

Es un ejemplo de la emergencia de nuevos estudios relacionados con la sociología de la tecnología que proporcionan vías para ir unificando criterios para construir nuevos conceptos.

Otro planteamiento es el Constructivismo Social de la Tecnología (CST), el cual “es un proceso de desarrollo de un artefacto tecnológico que es descrito como una alternancia entre variación y selección” (Pinch Y Bijker, 1987:24). El resultado fue un modelo “multidireccional”, que mostraba un importante contraste con muchos de los anteriores modelos de tipo lineal usados explícitamente en muchos estudios sobre tecnología e innovación, que aún están presentes en investigaciones de historia de la tecnología (Pinch y Bijker, 1987).

Dicha perspectiva multidireccional es esencial para cualquier descripción de la tecnología a partir del constructivismo social. Por supuesto, para una mirada retrospectiva, es posible colapsar el modelo multidireccional en un modelo lineal simple, pero esto pierde el punto de nuestra argumentación, que es que, las etapas “exitosas” en el desarrollo no son las únicas posibles. (Pinch, Bijker, 1987:24).

² “Los trabajos sobre PER, (Programa Empírico del Relativismo) han sido desarrollados en principio por Collins, Pinch y Travis (1987) en el Centro de estudios de la Ciencia de la Universidad De Bath y Pickering, en la Unidad de Estudios de Ciencia de la Universidad de Edimburgo”. (Pinch y Bijker, 1987:22).

Por lo anterior los autores referidos finalmente exponen lo que llaman clausura retórica, que es:

La clausura en la tecnología involucra la estabilización de un artefacto y la “desaparición” de problemas. Para cerrar una “controversia” tecnológica no se requiere *resolver* los problemas en el sentido común de esta palabra. El punto clave es si los grupos sociales relevantes *ven* resuelto el problema. En la tecnología, la publicidad puede jugar un papel importante en la formación del significado que un grupo social le da a un artefacto (Pinch y Bijker, 1987; 42).

Por lo anterior, el enfoque de red socio-técnica, como se comentó al inicio de este apartado, es parte de los diferentes enfoques que se pueden aplicar para abordar el tema de la red de conocimiento, acerca de la cual se expondrá en el siguiente apartado.

1.3. Red de conocimiento

La noción de red de conocimiento se ha ido construyendo a nivel internacional y en América Latina, por un grupo importante de investigadores desde hace más de tres décadas. En el caso de México, se ubica a Rosalba Casas y Matilde Luna las cuales se adentraron en el tema a fines de los años noventa. (Casas, coord., 2001; Luna, coord., 2003). Acerca de esto comentan:

Actualmente, la construcción de procesos interactivos, la conformación de alianzas entre actores y el aprendizaje cotidiano en la formación de redes, son características de la ciencia, la tecnología y la innovación. Pero los marcos que se han generado en los países desarrollados, no son necesariamente adecuados para analizar la construcción de capacidades de ciencia, tecnología e innovación en nuestros países, por lo que se requiere definir enfoques alternativos, que bien pueden surgir de la combinación o del diálogo entre diferentes enfoques teórico-conceptuales y metodológicos. (Casas, 2011:114).

El estudio de redes de conocimiento Casas y Luna (2011), lo han enfocado en diferentes vertientes e interrelaciones de manera especial al tema de los ambientes regionales de innovación y problemáticas afines, fundamentado alrededor de tres perspectivas de análisis: 1) la perspectiva de los sistemas de innovación (SI), específicamente “sistemas regionales de innovación”; 2) la perspectiva de la triple hélice específicamente, “ambiente regional de innovación” en alusión al conjunto de instituciones académicas, industriales y políticas que intencional o espontáneamente colaboran conjuntamente para impulsar las condiciones locales para la innovación y 3) la perspectiva de redes, específicamente la noción de “espacios regionales de conocimiento”, acerca de esta perspectiva explican:

Un interés básico de los enfoques de redes son los patrones de relaciones o vínculos entre entidades sociales o nodos, y parten todos ellos de la premisa de que las estructuras de relaciones sociales tienen un poder explicativo mayor que los atributos de los miembros que componen un sistema de vínculos dado. (Casas y Luna, 2011:118).

“Diversos enfoques de redes o combinaciones de ellos han sido adoptados para abordar el tema de las redes de conocimiento, o temáticas afines, como las redes de información, redes de producción, redes de investigación, redes de innovación, redes socio-técnicas y redes de colaboración” (Casas y Luna, 2011:118). Los cuáles desde el punto de vista de Hage (2002, citado por Casas y Luna, 2011:122), “es posible diferenciar a partir de distintos criterios: por ejemplo, distinguir por el énfasis en la noción de redes como mecanismo de integración, como contexto de aprendizaje o como sistema de comunicación”.

Casas y Luna, (2011:123) plantean que “los miembros de una red participan activamente en el intercambio de información y esta participación añade valor para los usuarios, al mejorar el conocimiento que es compartido”. Acerca de lo cual, Gross, *et al.* (2001:20) complementa explicando que, “las redes generan nuevo conocimiento, generan un conocimiento operacional y diseminan el conocimiento global a nivel local. Las redes de conocimiento promueven nuevas formas de comunicación entre distintos actores y representan una nueva forma de organización social a favor del desarrollo local”.

“En América Latina el estudio de redes de conocimiento se ha venido nutriendo de múltiples investigaciones, la mayoría de carácter colectivo, mismas que han abordado esta problemática y se desarrollaron en el marco de los enfoques antes mencionados” (Casas y Luna, 2011:124). Con base en ésta investigación se enumeran algunos trabajos de diversos investigadores que han servido de punto de partida para avanzar en la construcción de esta noción de redes de conocimiento, más que un recuento histórico, consideran importante ubicar cómo las diferentes temáticas se interrelacionan con la noción de redes de conocimiento.

Una de las primeras publicaciones que abordó el tema de redes de conocimiento (RC) conformada por varios trabajos orientados a la perspectiva regional, fue el libro titulado *La formación de redes de conocimiento, Una perspectiva regional desde México* (Casas, coord.

2001). Este se enfocó en un estudio sociológico en que se recurrió a la noción de redes de conocimiento como una base que aportara elementos para entender las relaciones entre empresa, universidad y gobierno (Casas y Luna, 2011).

Algunos ejemplos de investigaciones que se han enlazado hacia las redes de conocimiento, es el desarrollado por Casas y Dettmer; Celis, J. y C. Hernández, en 2007, *Redes y flujos de conocimiento en la acuicultura mexicana*, de la Universidad Quilmes, Argentina, quienes analizaron el impacto del conocimiento generado y transferido en este sector en el ámbito regional, así como el papel del capital social basado en conocimiento. (Casas y Luna, 2011)

Matilde Luna, ha realizado investigación en torno a las RC, de forma individual y en colaboración con otros investigadores como Rosalba Casas y José Luis Velazco, entre otros. Centrándose en determinar indicadores útiles y más apegados a nuestra realidad social para valorar las relaciones entre la academia y las empresas, basado en diferentes articulaciones de redes (Luna, coord. 2003). También se ha trabajado en la definición de la confianza y la traducción como mecanismo de integración en redes de conocimiento, (Luna y Velazco, 2005), Con este planteamiento, Luna y Velazco le dieron continuación abordando la dinámica de las redes de conocimiento, “con énfasis en la manera en que se coordinan los actores, con sus mecanismos de integración como un modo particular de coordinación para estructurar los conflictos, resolver los problemas y tomar decisiones” (Luna y Velazco, 2006:15).

Del tema de la vinculación tenemos a Sánchez Daza (2000, 2006), Asimismo, en México otros autores también han abordado el tema de los sistemas de innovación, (Dutrenit y Vera-Cruz, 2003, 2006, 2007; Corona, 2001), en relación a la importancia de los vínculos entre empresas y centros públicos de investigación e Instituciones de Educación Superior. Y en el campo de la interacción: centros públicos de investigación y en el sector productivo a Díaz y Arechavala, (2008). (Casas y Luna, 2011).

En el caso del enfoque para el análisis de políticas de CTI, en México, Casalet (1995, 1999, 2007) y por su parte Mónica Zalazar (2008) con perspectiva de políticas, analiza la

formación de redes de excelencia en Canadá y Colombia. De la misma manera Casas, (2017) ha planteado la importancia de la perspectiva de redes de conocimiento como una base para el establecimiento de políticas en ciencia y tecnología.

En un campo más reciente denominado Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, tenemos el análisis de redes sociales y redes sociotécnicas con trabajos de Judith Sutz, (2002), Pablo Kreimer, (2002), enfocados desde la perspectiva de América Latina. Por su parte, González, (2004) analiza el desarrollo de las agrobiotecnologías, con el enfoque ARS, y en Colombia, Orozco y Chavarro, (2006), con el mismo enfoque para analizar a las comunidades científicas alrededor de los programas de ciencia y tecnología. Otros estudios de redes sociotécnicas a cargo de Arellano, (1999), A. y Ortega, (2002); A y Jensen, (2006); A. O. y Martínez, (2004), con el análisis de la construcción de objetos tecnocientíficos y uso de metodologías etnográficas (Casas y Luna, 2011).

En Brasil, un ejemplo es el desarrollado por Cassiolato y Latres, (1999) con un enfoque de sistemas de innovación, con énfasis en sistemas regionales y locales. Otra obra relevante es la de Casalet, Cimoli y Yoguel (2005), en la que utilizan el concepto de Redes para analizar las tramas productivas globales en diferentes sectores con el fin de diseñar políticas en el campo de la producción, que permitan acelerar la generación y difusión de conocimiento (Casas y luna, 2011).

De igual forma en esta misma región de investigación, Tavares y Baumgarten (2008), ubican la importancia de las redes para el análisis de la producción, disseminación y apropiación del conocimiento; por otra parte, Baumgarten y Da Costa Marques (2008), y Sales (2008), orientan la importancia de las redes intelectuales y científicas hacia la elaboración de descubrimientos y avances intelectuales (Casas y Luna, 2011).

En Argentina, Fuch, Novick y Yoguel, (2003), presentan trabajos acerca del análisis de una RC, mostrando cómo se genera, fluye, distribuye e intercambia el conocimiento al interior de un laboratorio de investigación. Una propuesta diferente se encuentra en, Albornoz y Alfaraz

(2006) con la publicación del libro *Redes de Conocimiento, construcción, dinámica y gestión*, en la que, desde la perspectiva de varios autores, retoman la idea de la sociedad del conocimiento, con base en la cual, reflexionan sobre oportunidades y amenazas del trabajo en red en el contexto latinoamericano, entre otros temas (Casas y Luna, 2011).

Por su parte, Casas, (2020) actualmente presentó un artículo en el que aborda las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, como un dilema a propósito de la epidemia del COVID-19, lo cual considera debe ser afrontado como un problema social, no solo sanitario. En este contexto, subraya que un punto importante del proceso de la epidemia en relación con la producción de conocimiento, es la amplia apertura de resultados de la producción de ciencia y tecnología y acceso no restringido a productos de investigación o ciencia abierta, (Arza y Fressoli, 2016).

La pandemia del COVID-19 que estamos experimentando, no solo es un problema de salud, sino que este tiempo de confinamiento han derivado en múltiples resultados tanto positivos como negativos, en principio obligó a que entre las personas se intensificara el uso de redes sociales a través de sistemas electrónicos, generando por un lado una distribución e intercambio de conocimiento entre todos los países del mundo acelerando la colaboración, aún sin determinar legalmente cómo debe ser empleado y distribuido. Y en relación al tipo de ciencia que deriva de ello, “Tomar en cuenta esos aspectos es importante para que la generación de ciencia y tecnología intervenga en las agendas políticas y contribuya a generar respuestas a cambios ante problemas políticos de interés social” (Casas, 2020:227).

En la retrospectiva de algunas investigaciones que se han realizado en enfoques relacionados con la noción de redes de conocimiento, se puede constatar que en Latinoamérica hay una serie de trabajos que están marcando las nuevas tendencias, que han sido o siguen siendo influidos por los trabajos de países desarrollados, pero, su construcción teórica va fluyendo desde diversas perspectivas y vertientes teóricas con el dominio de las políticas en las universidades o centros de investigación (Casas y Luna, 2011)

Casas, (2015) comenta que, “para los estudios de redes de conocimiento en el contexto latinoamericano, las universidades y los centros de investigación han tenido un papel central por varias razones”, de las cuales por el interés de este tema solo puntualizamos dos:

- a) Porque “ha mostrado precisamente la importancia del conocimiento generado en las universidades para la sociedad en general”.
- b) Este enfoque, “en buena medida, se ha centrado en las relaciones personales y los flujos de conocimiento tácito, y no exclusivamente en el conocimiento científico y técnico, como resultado de la importancia de la confianza entre distintos actores, incluyendo los actores no especializados y de los mecanismos no tradicionales de vinculación”. (Casas, 2015:7).

Con base en lo expuesto, Casas (2015) explica que, en el estudio de redes de conocimiento, las universidades y centros públicos de investigación, se les atribuye un papel central aunque, los registros de investigaciones muestran que el tema de los mecanismos de vinculación “no tradicionales” casi no son abordados, esto es porque la mayoría de los trabajos se enfocan en la interacción de las universidades con las empresas y son pocos los trabajos que abordan a grupos sociales rurales o locales.

En el “enfoque analítico de redes de conocimiento, la dimensión regional y local permite identificar procesos interactivos entre diversos actores que participan en la generación y uso del conocimiento, sus procesos de aprendizaje, intercambio y flujos de conocimiento, impactan tanto en la mejora de ciertos procesos productivos, de actores sociales o de empresas, en procesos de innovación social, en la generación de nuevas líneas de investigación y de conocimiento” (Casas, 2015:8). Ha sido una base reveladora para examinar y conceptualizar procesos de creación, distribución y asimilación de uso social del conocimiento.

“Diversos estudios sobre redes de conocimiento han incorporado la visión de las redes como estructuras complejas que atraviesan distintos tipos de fronteras, por ejemplo, las disciplinarias, las territoriales y las propiamente institucionales. De aquí la importancia del llamado “personal de frontera” (los intermediarios, traductores, los conectores, etc.), de los mecanismos y procesos que hacen posible la integración (como la confianza, el capital social y la traducción) y de las llamadas instituciones o campos disciplinarios “puente” es decir que conectan individuos de otra manera desconectados” (Casas y Luna, 2011:122).

Una red puede ser más efectiva si se establecen objetivos precisos y de manera conjunta, aprovechando las capacidades acumuladas en las instituciones que participan, independientemente si el proyecto se impulsa desde los centros de investigación o de los usuarios (Casas y Santos 2003).

En las “redes de conocimiento lo que se intercambia entre sectores académicos y productivos es conocimiento tácito o codificado, ya conocido o nuevo, y aunque su aplicación no implique una innovación o una transferencia de tecnología, sí puede ser una vía de mejoramiento de sistemas de producción o de aspectos organizativos” (Casas, 2016:7) Acerca de ello explica:

La transmisión de conocimiento que se genera, tanto al utilizar el que está codificado como el tácito, puede ser entendida en términos de flujos o insumos que circulan a través de redes y que impactan los procesos productivos y de desarrollo tecnológico e innovación. Casas, 2016:10).

Bajo la consideración que en las redes de conocimiento básicamente lo que se intercambia es conocimiento tácito o codificado, a continuación, se expone lo que caracteriza a cada uno.

Desde la perspectiva de Polanyi, (1958), citado por Casas, (2016:17), “el conocimiento tácito es el que puede ser usado por los individuos y organizaciones para alcanzar algún propósito práctico, pero que no puede ser fácilmente explicado o comunicado, o sea lo distingue en términos de su incomunicabilidad, y concentró la esencia de este conocimiento en la frase: sabemos más de lo que podemos decir. Según el mismo autor, la única forma de transferir esta clase de conocimiento es a través de una forma de interacción social similar a la relación maestro-aprendiz”.

Por su parte, Gibbons *et al.* (1994) consideran que el conocimiento tácito no está disponible en forma escrita. Es aquel que está contenido en habilidades y que por tanto puede ser observado y copiado, asimismo está contenido en la mente de las personas y es difícil de ser transferido. Implica un proceso de aprendizaje continuo por los individuos.

“Por sus características el conocimiento tácito no puede expresarse en forma impresa y se adquiere por la experiencia siendo incorporado en las personas. Es aquí donde surge la idea de redes” (Casas, 2016:11) de acuerdo con Senker y Faulkner, (1996) “es la manera a través de la

cual se transmite conocimiento a partir del cual se generan innovaciones” (citado por Casas, 2016:11).

Por otra parte, el conocimiento codificado o formal desde la perspectiva de Gibbons *et al.* (1994), “es el que no necesita ser exclusivamente teórico, pero requiere ser suficientemente sistemático para ser escrito o guardado. Puede ser expresado más formalmente de acuerdo con un código y puede ser fácil y menos costoso comunicarlo. Se encuentra expresado en publicaciones, patentes y de alguna forma es resultado del conocimiento tácito codificado” (citado por Casas, 2016:11).

Acerca de lo expuesto es necesario acentuarlo, debido a que la noción de redes y flujos de conocimiento tiene su marco de referencia en los análisis de vinculación académica y sectores productivos. Recientemente se observa que la corriente sociológica busca explicar esta relación en términos de los procesos de interacción social que son la base del desarrollo y transmisión de conocimientos (Casas, 2016).

Por lo que se refiere a los canales o mecanismos de transmisión de información y de ideas, Lundvall, (2000:127) argumenta que los diferentes tipos de conocimiento son transmitidos u obtenidos por diferentes canales. Así el *Know-what* y el *Know-why* es decir el conocimiento codificado, se obtienen de libros, conferencias y acceso a bases de datos. En tanto si es *Know-how* y el *Know-who*, están basados en experiencia práctica y en la interacción social. (Citado por Casas, 2016:22).

“De lo anterior se resalta la importancia que tienen las interacciones personales en la transmisión del conocimiento, es aquí donde el concepto de flujos de conocimiento se integra al concepto de redes. Estas adquieren mayor importancia cuando se está tratando de localizar las fuentes de conocimiento tácito. La interacción personal y la movilidad son los principales canales a través de los cuales se obtiene este conocimiento” (Casas, 2016:23).

Como se ha comentado en párrafos anteriores, las redes de conocimiento se caracterizan porque las conforman una amplia diversidad de actores, quienes interactúan de múltiples formas, con lenguajes diversos, por lo tanto, para que se genere un flujo de conocimiento, es necesario

establecer un mecanismo de coordinación, el cual puede ser efectivo si se organizan procesos o mecanismos de confianza y traducción.

1.4. Confianza y traducción

Los procesos o mecanismos de integración como la confianza y la traducción se consideran significativos para fomentar la colaboración y dar lugar a la formación de redes de conocimiento. Bajo el planteamiento de que una red es conformada por un grupo de actores de naturaleza muy heterogénea, las interrelaciones que se establecen entre ellos, por medio de la participación, van generando un grado de confianza, la cual mejora con la interacción social y facilita o no la cooperación entre ellos para comunicarse con el fin de abordar problemas comunes. Por la relevancia de estos procesos, en el siguiente apartado se expondrá el concepto de confianza, como mecanismo de integración.

1.4.1. Confianza

La confianza se define como un conjunto de expectativas positivas sobre las acciones de los demás. Pero a medida que se genera, adquiere cierta complejidad por que los actores tienen intereses, necesidades, preferencias, recursos y habilidades diferentes. Desde la visión de Lane (1998) y Sable (1993) la confianza tiene tres características básicas: interdependencia, incertidumbre y una expectativa positiva. Hay una relación de confianza cuando el éxito de las acciones de una persona depende de la cooperación de otra, implica un desconocimiento de la conducta de los otros y conjetura que la contraparte no abusará de ese modo de cooperación. Surge en un contexto de relaciones sociales, facilita la comunicación y la cooperación entre personas, grupos y organizaciones heterogéneos (Luna y Velazco, 2005).

Por lo anterior, autores como Luna (2005) expone que se puede reflexionar acerca de la confianza, como una combinación de conjeturas fundadas en el intercambio recíproco, un respaldo basado en normas y principios morales, y una apreciación del prestigio de los participantes.

El mecanismo de la confianza es un tema del cual se han encargado múltiples investigadores generando amplia literatura, entre los cuales destacan los estudios originados por Luna y Velazco, (2005) tanto en forma individual como colectiva desde 2001 hasta la fecha. Con base en el análisis de literatura y datos obtenidos de sus estudios sobre redes de conocimiento, los mismos autores, resolvieron que había tres tipos o dimensiones de confianza: la calculada o estratégica; la normativa y la técnica o basada en el prestigio, y cada una se caracteriza por:

La confianza técnica o basada en el prestigio, depende ante todo de las percepciones acerca de las capacidades y competencias de los participantes (que pueden ser individuos u organizaciones) y facilita los flujos de conocimiento codificado o formal.

La confianza calculada o estratégica surge de estimaciones de costos y beneficios mutuos depende de la expectativa de ganancias mutuas que puede generar la relación.

La confianza normativa depende de creencias y valores compartidos; se basa en la solidaridad social, más que en los beneficios esperados de la interacción.

Con base en observaciones prácticas acerca de estas formas de confianza, los autores manifiestan que hay una interrelación en la cual la existencia de una forma puede en su momento abrir la vía para construir las otras pero, de la misma manera, se puede generar el resultado inverso, cuando hay una forma predominante por ejemplo: si la confianza calculada o estratégica es la predominante, se puede crear un obstáculo para la comunicación, situación que no daría lugar o haría más difícil establecer una confianza normativa o personal. (Luna y Velazco, 2005).

Pero si la colaboración se establece únicamente en confianza normativa, habría una mejor comunicación, pero se pone en peligro la facultad de originar soluciones técnicas apropiadas o estratégicamente efectivas (Luna y Velazco, 2009).

Sobre lo anterior, los mismos autores declaran que, las relaciones de colaboración que se basan exclusivamente en la confianza normativa pueden tener mejor comunicación interpersonal, pero, lo cual puede poner en riesgo la capacidad para producir soluciones técnicamente adecuadas o estratégicamente eficientes.

Una relación inicialmente basada en la confianza normativa puede dar origen a una confianza técnica y opera como un factor que establezca o integre el sistema, e incluso como un factor multiplicador para la creación de nuevas relaciones a partir del sistema de vínculos original; si la confianza es motivada solo por la expectativa de beneficios mutuos, puede dar lugar a crear problemas de coordinación, eficacia o eficiencia e impedir el desarrollo de la confianza personal o normativa que generalmente es la base más firme de la comunicación interpersonal. (Luna y Velazco, 2009:89).

Por lo anterior, los mismos autores consideran que es más apropiado referirse no a varios tipos de confianza, sino a dimensiones de la confianza interpersonal compleja (Luna, 2005; Luna y Velazco, 2009).

Lo anterior explica por qué la confianza se puede generalizar entre personas con preferencias e identidades inconsistentes, diferentes intereses y disponibilidad de recursos o con culturas organizativas diversas. Por lo tanto, si un tipo de confianza puede ser causa o efecto de las otras dos, significa que la cadena transitiva de confianza (A confía en B, B confía en C, por lo tanto A confía en C) se puede originar por diversas causas. Las relaciones entre estas dimensiones o componentes de la confianza pueden apoyarse mutuamente, sobreponerse o entrar en conflicto, por lo que, la forma en que se combinen influye sobre el origen, desarrollo y la disolución de las relaciones de colaboración (Luna y Velazco, 2005).

Con relación a lo anterior, se menciona otro elemento que resalta la importancia de la interrelación entre la confianza y la confianza, como factores clave en la construcción de redes:

Las características de confianza y confianza son importantes tanto en el nivel formal como el informal, Por tal razón los factores culturales como el idioma, la experiencia educativa, las lealtades regionales, las ideologías compartidas y aún los intereses comunes de diversión continúan jugando un papel muy importante en la construcción de redes. (Casas, 2016:12).

Para este caso será importante plantear que como contraparte de la confianza está la desconfianza, la cual según Luhmann (1996, citado por Luna, 2005) la diferencia principal de estos términos radica en la índole de las expectativas; una persona desconfía cuando supone que las acciones de otro individuo le traerán consecuencias negativas.

Otro aspecto central de la confianza es si esta se concibe como un recurso o como un proceso, acerca de lo cual Hirschman (1984) condiciona esta idea de confianza y explica que no se agota por el uso, sino al contrario, la falta de uso puede extinguirla o atrofiarla por lo cual considera que puede tener posibilidad de retroalimentarse:

En las organizaciones y sociedades en donde prevalece la confianza, los beneficios de la cooperación refuerzan las expectativas positivas hacia las acciones de los demás; en cambio donde prevalece la desconfianza, la falta de cooperación reafirma las expectativas negativas. Hirschman, (1984), citado por Luna (2005).

Con base en lo expresado por esos autores, Luna (2005) comenta que un resultado de su investigación, acerca del análisis de la confianza, mostró su construcción como un proceso complejo y dinámico, en el que fue posible verla tanto como causa o como efecto de la cooperación y posiblemente también de otras variables como la económica o la política.

En la noción de redes de conocimiento, se ha comentado acerca de la importancia del mecanismo de confianza, el cual puede ser fomentado si existe un real proceso de traducción del conocimiento. En ciertas situaciones de la interacción entre actores sociales, se ha podido advertir que, en la relación entre estos mecanismos de confianza y traducción, existe una relación inversamente proporcional, esto es, “a mayor confianza, menor necesidad de traducción”. Lo anterior obedece a un proceso muy natural que se da en las relaciones humanas. A medida que se avanza en la interacción e intercambio entre actores, sus propias acciones van estableciendo buenos resultados mismos que crean una expectativa positiva en relación con las acciones de los demás. Por lo tanto, a medida que los resultados producen buenas expectativas eso lleva a un aumento de la confianza.

En relación con lo anterior, de la misma manera, se hace necesario plantear el tema de la traducción, como un mecanismo central y parte del proceso de construcción de las redes, pues es un proceso que abre la vía de comunicación entre una diversidad de actores, por lo que, será abordado en el siguiente apartado.

1.4.2. Traducción

Desde la perspectiva de Michel Serres en su obra intitulada justamente “La traducción”, dice:

Que inspirándose en la mitología griega se recupera la figura del Dios Hermes como un paradigma de la difícil tarea de traducir el lenguaje de los dioses a los hombres sin caer en la traición. Traición del lenguaje, de las ideas, de los actores a quienes se tiene que representar con fidelidad, guardando siempre su propio espacio de actor intermediario. (Serres, 1974, citado por Arellano, 2003).

Cuando se genera una interacción entre actores sociales existe información que se intercambia y dependiendo del origen, ésta es comunicada en un lenguaje suficientemente claro que permita al otro entenderla y usarla. El lenguaje no solo es el verbal también se manifiesta a través de las acciones, que se expresan dependiendo de factores como la cultura, el nivel social y el económico entre otros.

Para un análisis de transmisión de conocimiento es conveniente tomar en cuenta el proceso de traducción de conocimiento científico y tecnológico, desde los lenguajes específicos de la disciplina de origen que propiamente es un vocabulario científico, hasta el lenguaje que es dirigido al receptor, puede ser, un lenguaje político, un lenguaje técnico, o un lenguaje de mayor comprensión pública (Estebanez, 2005).

En el nivel de la codificación, la traducción combina el conocimiento local y el universal. Tiene un alto componente de conocimiento tácito y frecuentemente engloba todos los tipos de conocimiento: saber quién, saber qué, saber cómo y saber por qué. En el plano de los intereses y negociaciones, la traducción establece un lenguaje común para el procesamiento de luchas por el poder a menudo relacionadas con las asimetrías en el campo de los bienes que se intercambian y redistribuyen en la red. Las redes son entidades complejas que deben coordinar intereses particulares a veces divergentes y a veces compartidos, por lo tanto, la traducción es crucial para la eficacia de la red, que con frecuencia es definida como la capacidad para procesar conflictos. (Luna, 2005: 24).

La traducción es lo que permite a los actores comunicarse, entenderse e imponer sus ideas o instrumentos y marca la evolución de la red. (Casas y Luna, 2009). Acerca de ello (Kreimer, 2009: 96) declara: “Los intereses como cualquier otra cosa, pueden construirse y los procesos de construcción de intereses pasan por el mecanismo de traducción”.

Por su parte y en relación con lo anterior, Ocampo, expone:

En el proceso de construcción de conocimiento, se desarrolla un verdadero proceso de traducciones, donde los intereses se explicitan en sus diferentes dimensiones, evidenciando los alcances en tanto conocimiento. En dicho proceso cobran relevancia los traductores, no solo en su sentido lingüístico y geométrico (en el sentido de que lleva cosas de un espacio a otro), sino también como traducción de intereses y de personas, encargados de hacer prevalecer un determinado cuerpo de propuestas sobre otras, desplegando tácticas y estrategias que permitan derrotar cualquier adversidad, realizando alianzas y vínculos que permitan la aceptación. (Ocampo, 2007:31).

Las funciones de traducción pueden ser desempeñadas por estructuras o individuos. Los traductores no son simples transmisores de mensajes de un sector a otro. Además de funcionar como intermediarios ellos transforman los conocimientos científicos en información, conocimientos, productos y procesos económicamente útiles y una característica esencial de éstos que es la confiabilidad.

La noción de traducción está en el corazón de su dispositivo teórico. Los actores (individuales y colectivos, humanos y no-humanos) trabajan en forma constante para traducir su lenguaje, sus problemáticas sus identidades o intereses en los otros (Latour, 1973). Es a través de este proceso que el mundo se construye o se des-construye, se estabiliza o se desestabiliza.

1.5. Reflexión del capítulo

A lo largo de este capítulo, se expuso acerca de las características de una red y sus variantes según los enfoques en que los principales teóricos en América Latina se han basado para ubicar el concepto de redes de conocimiento. Se presenta un importante pero inicial recuento acerca de la ruta que este concepto de redes de conocimiento ha seguido entre los investigadores, quienes, lo han abordado desde diferentes objetivos y necesidades, enfocados en lo análisis de la vinculación entre sectores importantes como las instituciones públicas de investigación, los sectores gubernamentales y el sector productivo. Pero al final del recuento, se demostró que en estos trabajos la noción de redes y redes de conocimiento casi no son mencionadas.

Sin embargo, un punto significativo en gran parte de estos estudios es que hay una coincidencia en la importancia de los mecanismos de confianza y traducción, como procesos imprescindibles en la construcción de una red, de cualquier naturaleza.

En los estudios de Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS), queda por abordar de manera más profunda y puntal el conocimiento tácito, como parte de estas redes sociotécnicas que se construyen, su dificultad entraña a actores sociales con conocimientos ancestrales que en la mayoría de los casos no son reconocidos por una comunidad científica. Por esta razón llegar a traducciones que logren ser asimiladas y aceptadas por el emisor y el receptor no es tarea fácil.

Finalmente, el tema de las redes de conocimiento es central en los estudios CTS, en la región latinoamericana y una base imprescindible para el establecimiento de las políticas en el ámbito de la ciencia la tecnología y la Innovación.

CAPÍTULO II

PROCESOS DE CAMBIO EN LA PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO VÍNCULO PRODUCTORES-CENTRO PÚBLICO DE INVESTIGACIÓN

Introducción

En este capítulo se abordará el tema de la vinculación como una actividad que desarrollan instituciones públicas de investigación y que abre vías para la transmisión del conocimiento producido, de igual forma se busca establecer la relación que guarda con las políticas de ciencia y tecnología imperantes en la presente etapa y cuáles pueden ser las estrategias en este proceso de vinculación para que la transmisión de conocimiento de lugar a la inclusión social.

Para su exposición en una primera parte se ubica el contexto y características que han dado paso a la conformación de las políticas de ciencia y tecnología en nuestro país, en una segunda parte se aborda la producción del conocimiento en universidades y su relación con la vinculación como una función importante para su transmisión hacia grupos sociales. Y la última parte se aborda el asunto de la inclusión social, como resultado de la acción de vinculación entre instituciones y grupos sociales.

2.1 Desarrollo de la política de Ciencia y Tecnología en México

“La definición de la política de ciencia y tecnología (PCT) surgió principalmente como consecuencia de los movimientos bélicos del siglo XX, cuando las necesidades tecnológicas generadas por las guerras se constituyeron en un factor determinante en la institucionalización de estas políticas y en la creación de organismos y mecanismos dirigidos al desarrollo de la investigación científica y a la aplicación de los resultados derivados de ella” (Casas, 2015:3).

Un antecedente acerca de la necesidad de establecer una política de ciencia y tecnología, fue el Informe de Vannevar Bush al presidente Roosevelt en 1945, el cual propuso que la investigación básica era esencial en todo Estado moderno para la obtención de sus objetivos;

detalla el fundamento del modelo lineal de innovación en el que se idealizaba a la ciencia como “frontera sin fin”, en la generación del conocimiento, la preservación de la autonomía de la comunidad científica y una visión acerca de las virtudes de la ciencia. Esta perspectiva fue divulgada a nivel mundial e influyó en forma decisiva en el diseño de las políticas de ciencia y tecnología en países desarrollados, y paulatinamente los países en desarrollo retomaron la idea, en especial los latinos, constituyendo el imaginario del papel de la ciencia en las comunidades científicas en el mundo (Vannevar, 1945).

Desde ese momento las políticas de ciencia y tecnología se fueron desplegando con objetivos que van desde la investigación básica, crecimiento económico y el desarrollo social alrededor de los cuales se definieron diferentes paradigmas.

En México esos paradigmas han sido apropiados por los investigadores con relación a nuestra realidad social. Lo anterior se basa en múltiples estudios realizados con el fin de establecer la trayectoria de la conformación de las políticas en ciencia y tecnología. Uno de los más recientes es de Rosalba Casas et al., (2013) quien con base en indagaciones documentales declara que, en México, el gobierno de Lázaro Cárdenas mostró la necesidad de disponer políticas claras de ciencia y tecnología, que incentivaran a la investigación y el desarrollo tecnológico, acerca de ello, un fragmento:

El debate sobre el origen de las primeras políticas científicas y tecnológicas diseñadas en México parece resolverse ahora, ya que el gobierno de Lázaro Cárdenas fue precursor en varios aspectos relevantes de la formulación de estas políticas. No sólo consideró fundamental el apoyo al desarrollo científico, sino crucial la aplicación del conocimiento científico a la solución de problemas productivos y sociales, lo que en la actualidad se ha conceptualizado como las políticas de vinculación academia-industria y de ciencia aplicada.

El objetivo de generar tecnologías propias –para reducir la dependencia tecnológica del país– fue también una contribución original del cardenismo. En este aspecto, se adelantó incluso, al menos en su formulación programática, a los países avanzados, ya que el surgimiento de organismos nacionales e internacionales que propusieron políticas orientadas a convertir a la ciencia en el motor del desarrollo económico y social sólo adquiriría forma institucional durante la Segunda Guerra Mundial. (Casas, *et al.*, 2013:23-24).

Lo mostrado anteriormente es un antecedente importante en el sentido de que en México se tenía una perspectiva acerca de la importancia de la generación y distribución del conocimiento. Entre 1930 y 1950 persistió el paradigma de la ciencia como motor del progreso, basado en la educación científica con énfasis en la oferta. Con una tendencia lineal en cuanto a transferencia de conocimiento.

Posteriormente de 1955-1967, “para definir las políticas predominó la cultura burocrática y de la administración del Estado, predominó en definición y puesta en práctica de las PCT., en ocasiones relacionadas con objetivos como los planteados en E. U. Su énfasis fue puesto en el lado de la demanda y fue cuando se inició el diseño de instrumentos para la vinculación entre universidades y empresas” (Casas, 2015:3). Este periodo se enfoca en la política tecnológica y fomenta el vinculaciónismo. (Velho, 2011:73), acerca de ello, Dagnino *et al.*, (1996), explican que esta época fue denominada así debido a que los instrumentos de la política pretendían dirigir el desarrollo científico vinculándolo a las necesidades tecnológicas.

Para 1970 – 1980, la ciencia como fuente de oportunidad estratégica, científicos e ingenieros directamente influenciados por una compleja red de actores e intereses, la política se enfocó en la política de innovación estableciendo programas estratégicos e incentivando la investigación en colaboración y coparticipación. Se puntualizó en el espacio económico observando que afectaba al cambio técnico y los procesos de innovación tecnológica (Averch, 1985), y se basó en la demanda e imperaba el modelo lineal de transmisión del conocimiento.

“En el S XXI, se plantea: la ciencia para el bien de la sociedad. La concepción de la ciencia es hacia un constructivismo moderado, se incentivan los estilos nacionales dirigidos al conocimiento local, con modelos interactivos y una base científica independiente. Se enfocan en la política de bienestar”. (Velho, 2011:74). Con el tiempo este paradigma se orienta a la relación entre ciencia y sociedad. Se trata de un modelo de desarrollo científico-tecnológico basado en la interacción actores, instituciones y procesos.

Esta concepción de política una vez consolidada daría la pauta a un nuevo paradigma de PCTI... Se subraya que la condición requerida para lograr una relación estrecha entre ciencia y sociedad es un sistema de conocimiento fuerte y vital que interactúe intensivamente con sus alrededores y

considere distintos tipos de conocimiento. La idea es de un sistema en el que la auto-organización, la diferenciación y el desempeño entre las diferentes instituciones sean los puntos de partida de una cooperación estratégica. (FSC³, 1996, citado por Casas, 2015:4).

“Diversos autores han sostenido que se había generado un proceso de internacionalización de las políticas de ciencia y tecnología, que ha incidido en los países latinoamericanos” (Casas, 2015). Acerca de lo cual Velho (2011:103), sostiene que “la evolución histórica de estas políticas está fuertemente interrelacionada con la evolución del concepto dominante de ciencia”.

Con base en un análisis de los paradigmas dominantes en la PCTI en México, Casas y Dettmer (2004) concluyen que “en cada uno de ellos se mantiene el énfasis (...) Sobre el desarrollo científico y tecnológico con relación a considerar la oferta y la demanda para orientarlos a la solución de problemas”. “Es decir estas concepciones están determinadas por intereses o culturas de diferentes actores y por sus concepciones respecto al papel de la ciencia y la tecnología. Dichas culturas y concepciones sobre la ciencia y a tecnología coexisten en el diseño de políticas en nuestros países y se reflejan en la existencia simultánea de programas e instrumentos que obedecen a concepciones particulares” (Casas, 2015:5).

2.2 Políticas de Estado en ciencia y tecnología

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) es una institución que fomenta, coordina y articula las actividades científicas y tecnológicas nacionales con el objeto de promover el desarrollo de la ciencia básica para ampliar las fronteras del conocimiento y asociarlo a la formación de recursos humanos y a la ampliación y mejora de la calidad de la educación en ciencia y tecnología. Además, promueve el desarrollo y fortalecimiento de la investigación aplicada para atender las más urgentes necesidades sociales y ampliar las perspectivas del sector productivo, haciendo posible, como consecuencia, la elevación en la calidad de vida de la población (CONACYT, 2019).

³ Esta idea fue desarrollada en los países europeos, principalmente en Inglaterra, Dinamarca y los Países Bajos. En estos últimos la idea está plasmada en un documento conocido como “Informe de Prospectiva del Comité Directivo” Foresight Steering Committee Report (FSC, 1996).

Para lograr los objetivos propuestos el CONACYT establece programas de apoyo para incentivar la investigación con base en normas y principios establecidos. Para dar cauce a los mismos, genera fondos con el objetivo de beneficiar a usuarios.

En México, el CONACYT es el organismo encargado de regular los apoyos que el Gobierno Federal por política, está obligado a otorgar para impulsar, fortalecer, desarrollar y consolidar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación en general en el país.

Existen diferentes tipos de fondos compartidos con otras dependencias, en los cuales se incluyen apoyos a investigaciones, equipamiento e infraestructura de la biotecnología en general, y dentro de estos se han generado programas que incluyen algunos casos de biotecnología agrícola. (Cuadro núm. 1).

Cuadro núm. 1. Fondos CONACYT para estimular la ciencia y tecnología agrícola 2012-2018

CONACYT	FONDOS SECTORIALES	-SE. Fondo de Innovación Tecnológica (FIT) -SADER-CONACYT Fondo sectorial de investigación en materia agrícola, pecuaria, acuacultura, agrobiotecnología y recursos filogenéticos -SEP-CONACYT Fondo sectorial de Inversión Para la educación
	FONDOS MIXTOS	-CONACYT-GOBIERNO de los Estados y Municipios
	FONDOS INSTITUCIONALES	-Fondo Institucional de fomento regional. (FORDECYT) -Fondo de fomento y apoyo a investigación científica y tecnológica en Bioseguridad y Biotecnología
	PROGRAMA DE ESTIMULOS	-INNOVAPYME

	A LA INNOVACIÓN	-PIZOINNOVA -INNOVATEL
--	------------------------	---------------------------

Fuente: construido con datos del CONACYT, 2017.

“El objetivo de los fondos está dispuesto al otorgamiento de apoyos y financiamiento para actividades directamente vinculadas al desarrollo de la investigación científica y tecnológica; becas y formación de recursos humanos especializados; realización de proyectos específicos de investigación científica y modernización, innovación y desarrollos tecnológicos, divulgación de la ciencia y la tecnología; creación, desarrollo o consolidación de grupos de investigadores o centros de investigación, así como para otorgar estímulos y reconocimientos a investigadores y tecnólogos, en ambos casos asociados a la evaluación de sus actividades y resultados” (CONACYT, 2019).

“Algunos apoyos van dirigidos específicamente a universidades e instituciones de educación superior públicas y particulares, centros, laboratorios, empresas públicas y privadas y demás personas que se encuentren inscritas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas” (CONACYT, 2019).

La Dra. Álvarez-Buylla actual directora del CONACYT, declaró que “en el año 2020 aumentaría más de cinco mil millones de pesos el Presupuesto de Egresos de la Federación para la ciencia, la tecnología y la innovación. Apuntó que el nuevo CONACYT ha establecido nuevas políticas para la Ciencia, Tecnología e Innovación, que se enfocarán a través de cinco ejes estratégicos: 1) Fortalecimiento de la comunidad científica; 2) Ciencia de frontera; 3) Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces); 4) Desarrollo tecnológico e innovación abierta, y 5) Acceso universal al conocimiento” (CONACYT, 2020).

En el presente ciclo el programa institucional del CONACYT se conforma por:

- Seis objetivos prioritarios que esperan contribuyan a la solución de problemáticas
- Son 42 estrategias, o medios para alcanzar dichos objetivos
- Con 420 acciones puntuales que contribuyen al logro de las estrategias

- Hasta 6 metas y 12 parámetros que miden cuantitativamente el avance de los objetivos propuestos. (Cuadro núm. 2).

Por lo antes dicho, enseguida se enlistan los objetivos propuestos y sus directrices.

Cuadro núm. 2. Programa Institucional del CONACYT: Objetivos prioritarios. 2020

Objetivo 1. Formación y consolidación de la comunidad científica	Objetivo 2. Desarrollo científico e innovación	Objetivo 3. ProNacEs	Objetivo 4. Ciencia de frontera	Objetivo 5. Fortalecimiento de las capacidades científicas regionales	Objetivo 6. Información, Ciencia y prospectiva con impacto social
E1. Becas y PNPB, E2. SNI, E3. Vocaciones Científicas;	E1. Desarrollo Científico e Innovación; E2. Desarrollo Científico e Innovación; E3. Desarrollo Científico e Innovación;	E1. ProNacEs E2. ProNacEs E3. ProNacEs	E1. Ciencia de Frontera E2. Ciencia de Frontera E3. Ciencia de Frontera	E1. Desarrollo regional y CPI E2. Desarrollo regional y CPI E3. Desarrollo regional y CPI	E1. Ciencia de datos, E2. Ciencia de datos, E3. Ciencia de datos,
E4. Redes transversales del conocimiento	E4. CIBIOGEM	E4. CIBIOGEM	E4. CIBIOGEM	E4. CIBIOGEM	E4. CIBIOGEM
E5. UAJ;	E5. UAJ;	E5. UAJ;	E5. UAJ;	E5. UAJ;	E5. UAJ;
E6. OM	E6. OM	E6. OM	E6. OM	E6. OM	E6. OM

E7. Planeación, Evaluación, Cooperación Internacional y Comunicación Institucional.	E7. Planeación, Evaluación, Cooperación Internacional y Comunicación Institucional.	E7. Planeación, Evaluación, Cooperación Internacional y Comunicación Institucional.	E7. Planeación, Evaluación, Cooperación Internacional y Comunicación Institucional.	E7. Planeación, Evaluación, Cooperación Internacional y Comunicación Institucional.	Acceso Universal al conocimiento.
--	--	--	--	--	---

Fuente: Gobierno de México, CONACYT, 2020.

“Lo anterior cobra relevancia porque se observa que, en cada nueva administración, la agenda política de ciencia y tecnología, se plantea una orientación y dirección encaminadas a que las políticas contribuyan a un avance sustancial de las capacidades de investigación y los mecanismos de apoyo hacia la sociedad civil. Sin embargo, en opinión de usuarios, estos programas encaminados en biotecnología carecen de iniciativas claras y no está del todo determinado quien coordina o ejecuta los programas, se dispersan los mandos y órdenes, creando burocracia en los esquemas” (Rodríguez, 2017:66).

Por otra parte, diversas investigaciones a lo largo de estos años han demostrado que la tendencia en las políticas reside en manos de grupos de élites no solamente de algunos científicos, sino también de empresas transnacionales que se han beneficiado de recursos de la nación, aumentando los ya históricos grupos de poder y con un impacto y una tendencia hacia un mínimo o nulo beneficio para la mayoría de los grupos sociales (González y Castañeda, 2019).

Con base en un estudio realizado por Casas (2004), acerca del tema de la ciencia, la tecnología y las élites de poder, estableció tres hipótesis:

La primera, fue que las orientaciones de la política de ciencia y tecnología en México no han variado mucho en el tiempo, debido al predominio y al poder que han ejercido las elites científicas en su definición. A lo largo de varias décadas los intereses de diversos grupos de científicos son los que han imperado en las orientaciones de estas políticas y en las concepciones de los mecanismos de apoyo.

En la segunda hipótesis planteó que estas elites científicas, aunque han cambiado su constitución, privilegian una concepción basada en el autogobierno de la ciencia, apoyándose en prácticas corporativistas. Y una tercera hipótesis fue, que la reciente multiplicación de grupos involucrados en las orientaciones de la CyT favorece la conformación de redes de poder en la sociedad,

particularmente entre ciencia, gobierno, empresas, el poder legislativo y la sociedad civil. (Casas, 2004: 81).

Acerca de lo expuesto, por su parte Giraldo, (2019) con base en su investigación, plantea que, aunque en México ha predominado la “cultura académica” en el diseño de la agenda política de ciencia, tecnología e innovación, desde la década de 2000 ésta comenzó a orientarse a la productividad empresarial. En ese marco, el gobierno federal ha direccionado diferentes instrumentos para que las regiones adopten el modelo que privilegia el desarrollo económico sobre otros componentes regionales, bajo un esquema vertical en la elaboración de la política de ese sector, y agrega un ejemplo, para mostrar que en México y Colombia domina una lógica centralista a partir de la cual el gobierno nacional se encarga de encauzar el desarrollo sub-nacional de la ciencia, tecnología e investigación, sin considerar las necesidades específicas de cada región.

Por lo cual, comenta:

(...) el modelo neoliberal destruyó la posibilidad de lograr éxito en el desarrollo de políticas industriales y tecnológicas, y los lineamientos que han trazado las mismas han sido vagos, descontextualizados de las necesidades de cada país y han orientado al sector científico-tecnológico y al productivo al vaivén del mercado. En consecuencia, en América Latina las políticas científicas y tecnológicas han estado marcadas por el “ofertismo”, esto es, infraestructura, programas o instituciones que han estado guiadas, por la “cultura académica”, o bien, por la “cultura burocrática”, sin considerar demandas específicas como insumo fundamental de programas y políticas. (...) el curso científico y tecnológico de la región ha estado marcado por la conformación de capacidades desconectadas de las necesidades en los ámbitos social y económico, lo cual no ha contribuido a la generación de innovaciones. (Giraldo, 2019: 72).

De acuerdo con Thomas y Versino, (2002) la experiencia de esta llamada tendencia “neo-vinculacionista”, amparada en la lógica de transferencia de políticas, se ha dado mediante tres ejes rectores: a) imitación de idealizaciones de experiencias de países del centro; b) nihilismo: desprecio por la acumulación previa de conocimientos y saberes que dificultan la adopción de nuevos modelos; y c) historicismo: ruptura de un pasado erróneo que debe ser ignorado.

Como resultado, son pocas las experiencias bien logradas en la implementación de contratos, consorcios, incubadoras y, por supuesto, parques tecnocientíficos; en la mayoría de los casos se observan dificultades, disfuncionalidades, e incluso fracasos en estas iniciativas. Desde su punto de vista, estas situaciones evidencian la racionalidad económica, dejando de lado los factores humanos, socioculturales y ambientales. (Giraldo, 2019:82).

Con base en su investigación “Elites y las luchas por el poder en las políticas de ciencia y tecnología”, Casas (2004), resume que, desde los años treinta las PCyT instrumentadas en México, han sido el resultado de diversas concepciones, intereses y preocupaciones planteadas por diferentes grupos sociales (comunidad científica, empresarios y Estado). Los planes y programas formulados en este campo han contemplado múltiples objetivos, herramientas y mecanismos, produciendo consecuencias diversas e incluso contradictorias, por lo que no se llega a conformar una clara noción científica y tecnológica acerca de la importancia de estas actividades para las necesidades de la sociedad mexicana en proceso de transición.

En el caso del área de “biotecnología”, no hay información clara en relación a los presupuestos que establece cada uno de los fondos, muchos son fondos agregados por lo tanto la información no es fácil ratificarla. Se confunden los sectores al momento de informar del ejercicio del gasto, estos desórdenes presupuestales, y los procesos burocráticos complejos desmotivan a los investigadores a buscar insertarse dentro de programas que impulsen la biotecnología agrícola.

Por ejemplo, en el caso específico de la empresa Semillas y Agroproductos, Monsanto recibió por parte de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología \$20, 792,120 pesos MN., dentro del Programa de Estímulos a la Innovación (2009-2017) de manera individual, sin que estuviera vinculada a ninguna institución o centro de investigación pública en México. (CONACYT, 2019).

La siguiente declaración por medios de comunicación confirma esta situación:

(...) durante los sexenios pasados, sólo mediante el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI), Conacyt entregó siete mil 367 millones de pesos a 512 grandes empresas nacionales y transnacionales, entre las que se cuentan titanes corporativos como IBM, Intel, Ford, General Motors, Monsanto, Bayer (antes de que ésta última adquiriese a la anterior), Continental, Volkswagen, Sanofi, Nissan, Kimberly Clark e Industrial Minera México. En total, durante la administración federal anterior, cincuenta mil millones de pesos fueron transferidos a los proyectos de investigación de diversas empresas, en ocasiones sin que ello reportara beneficio alguno para la nación. (*La Jornada*, 2019).

La revelación anterior es una posición crítica que la ahora directora del Conacyt, María Elena Álvarez-Buylla Roces, manifiesta sobre el apoyo que gobiernos anteriores otorgaron a empresas, entre ellas agrobiotecnológicas, sin que existiera una participación de la sociedad civil que en un debate público decidiera hacia dónde se debían destinar los recursos de la nación. (González y Castañeda, 2019:198-199).

Finalmente, y con base en esta perspectiva el debate en el tema de ciencia, tecnología y poder, se centra en “quién o quiénes son los actores que deben tener el control sobre la generación, aplicación y orientaciones del conocimiento científico y tecnológico en el país” (Casas, 2004:103).

Al final por lo expuesto acerca de quiénes son los que determinan la producción, orientación e implementación del conocimiento científico, se observa que, dependiendo del grupo en el poder, será la concepción y dirección que las políticas en ciencia y tecnología, mismas que las Instituciones Públicas deben asumir para desarrollar su función de producción y difusión del conocimiento, con el fin de dar respuesta a una de sus actividades primordiales, que es generar vinculación hacia la sociedad.

En el caso específico de esta investigación se busca ubicar el tipo de política que pueda fomentar la vinculación de las instituciones públicas con los productores de su entorno.

2.3 Política para fomentar la vinculación entre instituciones públicas de investigación y productores

Actualmente en México existen políticas públicas que tratan de resolver problemas sociales como el hambre, la inseguridad alimentaria y la baja producción, así como atender a los diferentes sectores de productores entre ellos los pequeños productores rurales. El objetivo de los programas y las acciones de desarrollo social del gobierno federal es el de “contribuir al bienestar económico y a solucionar los problemas sociales que se presentan en la población y que impiden el goce y disfrute de sus derechos sociales” (CONEVAL, 2017:7).

Ante esto, “el gobierno federal busca implementar instrumentos de política pública para mejorar las condiciones de la población objetivo. Un análisis de la cantidad de programas y acciones realizadas en los últimos diez años muestra que el número promedio de estos para el desarrollo social en la administración federal 2007-2012 fue de 241 (CONEVAL, 2012:7)

mientras que para el periodo 2013-2015 el promedio de fue de 243 en 13 dependencias o entidades del gobierno federal” (CONEVAL, 2017:8).

El CONEVAL reconoce que:

Las intervenciones gubernamentales son heterogéneas en cuanto al monto del presupuesto que se les asigna en cada ejercicio fiscal, el tamaño y distribución geográfica de su población atendida, entre otras características y, con frecuencia, cambian año con año dependiendo de elementos de coyuntura económica o de las prioridades de política pública, una de las consecuencias de este escenario institucional complejo es que el proceso integral de planeación, elaboración, gestión y evaluación del conjunto de las políticas públicas en materia de desarrollo social del Gobierno Federal se vuelve complicado. (CONEVAL, 2017:7).

La tradición en las políticas públicas en México es la impermeabilidad a las demandas ciudadanas, es decir, cada administración establece “sus problemas” prioritarios y fija su agenda de trabajo, estableciendo así su Plan de Gobierno sexenal, el cual llega a cambiar tan pronto arriba una nueva administración. Así, para el presente sexenio un estudio reciente señala que en políticas públicas se ha seguido un enfoque asistencialista:

El enfoque que ha seguido la política social en nuestro país ha sido su carácter asistencial. Con más gasto público en programas sociales, sólo se provee de productos de beneficencia (alimentos, efectivo) a la población pobre; pero no se le ofrece la oportunidad de salir de su condición de pobreza. En tanto la política de fomento productivo se ha enfocado a ofrecer apoyos puntuales. Los subsidios y apoyos por los requisitos (superficie, uso de insumos, ventas, entre otros), son captados por productores con mayores superficies y nivel de recursos. (Gómez y Tacuba, 2017:98).

Finalmente podemos observar que, en este tema de las políticas públicas propuestas por el gobierno, dependerán en gran medida de intereses y necesidades del grupo que las emite, con los impactos esperados en la sociedad que no siempre son de carácter positivo.

Una condición para aplicar muchas de estas políticas a los grupos sociales, es que haya producción y disponibilidad de conocimiento, en este caso se enfoca al conocimiento que se genera en las instituciones públicas de investigación.

2.4 Producción de conocimiento en instituciones públicas de México

“La creación del conocimiento y su transmisión es un tema que está predominando en el terreno de los estudios de ciencia y tecnología” (Casas, 2016:1). Por lo cual, en las instituciones de

investigación con base en su política interna para el avance de la ciencia y la tecnología, desarrollan “diferentes campos disciplinarios cada uno con características específicas que dan pauta para su transmisión a la sociedad. Es decir, algunas disciplinas por su naturaleza se transmitirán en forma más directa e inmediata en tanto que en otras los conocimientos tendrán una mayor dificultad para llegar a sectores específicos” (Casas, 2016:3).

“El gran reto que tiene la agricultura de este siglo es producir los alimentos que requerirá la población humana en el futuro. Lo cual podría resolverse de forma más inmediata si se toma en cuenta las iniciativas de desarrollo, generadas en las instituciones públicas o privadas, en combinación con las políticas públicas bien orientadas que atiendan las necesidades de los productores agrícolas, especialmente a los pequeños productores, quienes contribuyen entre 30 % y 60% de la producción de alimentos que se consumen en las grandes ciudades. Experiencias concretas demuestran que los pequeños productores tienen un gran potencial para aumentar la producción de alimentos y sus ingresos económicos con la adopción y aplicación de tecnologías adecuadas a sus condiciones medioambientales y socioeconómicas” (Jiménez, 2016:1).

Por lo anterior, el papel que desempeñan las redes profesionales de investigación en una sociedad marcada por el desarrollo de las tecnologías es fundamental para facilitar el intercambio de ideas y la participación en un contexto globalizado. Esta es una condición que influye claramente en el desarrollo de la investigación en todo el mundo, tanto en los problemas a abordar como en los enfoques utilizados por la investigación para su estudio.

El desarrollo y avance de la ciencia tiene un profundo carácter social mostrado por la información de grupos epistémicos, los cuales trabajan de forma colectiva construyendo comunidades científicas que comparten enfoques, metodologías y vocabulario. Estas transformaciones que responden a los nuevos retos planteados por la globalización se conciben y fortalecen por medio del uso de la tecnología de la información y la comunicación (TIC'S); de hecho, se ha modificado el sistema de comunicación escrita, oral y audiovisual reconfigurándose a través de las redes tecnológicas (Castells, 2003).

Desde este enfoque, Juárez *et al.*, (2011), plantean cuáles son los problemas cognitivos de esos desarrollos tecnológicos muchos aún se basan en el uso del “Modelo lineal ofertista”:

En dicho modelo, el conocimiento puede ser ofertado o demandado (en el mejor de los casos en un escenario de legitimación social), donde en realidad los actores sociales interesados no participan activamente de la concepción de la tecnología. A su vez, esos modelos, observan el desarrollo tecnológico y la innovación como partes de un proceso que guarda una relación de causalidad lineal y en secuencia. Es decir, generalmente, se consulta a la comunidad, pero son los técnicos los que definen el problema tecnológico y realizan un prototipo, hacen pruebas de campo, producen la tecnología y realizan la transferencia a las comunidades. Se considera que el desarrollo social es resultado del círculo virtuoso de la investigación académica (Juárez, 2011:8).

Figura 1. Fuente: Juárez, 2011:8

Los procesos de producción de conocimientos no se sitúan en un contínuum propio del modelo lineal de innovación: “ciencia básica -ciencia aplicada- desarrollo experimental apropiación/utilidad social de los conocimientos” (Kreimer, 2003:12), sino que en las corrientes más recientes se caracteriza por que buscan establecerse de manera transversal.

De acuerdo con Rey-Rocha *et al.* (2008) dentro del proceso de investigación se pueden ubicar tres niveles de organización de la investigación que son el “macro”, “meso” y “micro”. Las dos primeras tienen una naturaleza estructural permanente, con objetivos académicos y científicos definidos y con infraestructuras y medios necesarios para la investigación:

En el grupo “macro” se incluyen organismos públicos y privados de investigación, temáticamente especializados, con marcos normativos y organizativos propios. En el nivel “meso” se ubica los departamentos universitarios, institutos y centros de investigación con autonomía más reducida que ofrecen medios y servicios especializados acordes con su temática. Finalmente, el nivel “micro” es la red de investigación, entidad de naturaleza flexible y en

algunos casos con contornos difusos, son unidades organizativas funcionales, directamente asociadas a los procesos de investigación científica (Rey-Rocha, *et al.*, 2008:744).

Por la asociación voluntaria de los agentes, el trabajo en red es una potente estrategia de producción de conocimiento. Las redes son arreglos sociales de intercambio determinadas como “entidades complejas que cruzan barreras organizativas, sectoriales, institucionales, culturales o territoriales y vinculan a actores de diferentes entornos institucionales” (Luna y Velazco, 2006:18). Es una disposición de actores en sistema de vínculos de carácter reticular, donde colaboran porque comparten normas y valores, tienen creencias y propósitos semejantes. La heterogeneidad no es vista como una amenaza sino como una oportunidad (Sañudo, 2012:137).

Como ya se ha comentado, en el caso de las instituciones y centros de investigación, las redes de conocimiento responden a un propósito y se diferencian de otro tipo de redes porque entre sus actividades está principalmente la producción de conocimiento para lo cual deben gestionar recursos y apoyos, lograr resultados orientados a la innovación e impulso a la educación, circular, transmitir o divulgar el conocimiento producido (...) Aunque básicamente dichas redes responden a la cultura institucional y al colectivo de la ciencia (Sañudo, 2012:138).

Estos grupos son descritos en sus estudios como estructuras cognitivas que muestran pautas dominantes de temas, estilos, creencias y orientaciones teóricas y metodológicas. Los micro-entornos cognitivos en los que están situados –una universidad, un laboratorio, un centro de investigaciones, etc. – tienen un papel determinante en cuanto medios y climas de interacción social cotidianos entre investigadores, comprometidos en un programa de investigación, donde asumen estructuras cognitivas distintivas, como pautas dominantes de temas, estilos, creencias y orientaciones teóricas y metodológicas (Kreimer, 2003:43).

Dentro de estas estructuras cognitivas, desde hace varias décadas el papel del gobierno federal ha sido determinante para la investigación y desarrollo, aunado a otras instancias como la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), quien representa un estímulo institucional para la formación de redes de conocimiento a escala regional, contribuyendo a su vez en la formación de espacios regionales de conocimiento. Por su parte el gobierno local aún juega un papel secundario, y solo en algunas regiones y por motivos comerciales se han preocupado por incorporar el conocimiento a los procesos productivos.

Las capacidades de las instituciones son clave para la conformación de espacios regionales de conocimiento, pero éstas no son suficientes para generar interacciones. Por lo anterior es necesario que se instrumenten nuevas estrategias y mecanismos de vinculación. El papel que juegan las instituciones para la transmisión de conocimiento y sus estrategias de vinculación depende en gran medida de sus marcos de referencia institucionales.

Por ejemplo, en algunas universidades públicas de enseñanza e investigación, la actividad que desarrollan debe orientarse a la investigación básica, con base en lo estipulado en su plan Institucional, sin responsabilidad ni necesidad de crear líneas de vinculación hacia grupos sociales. Por lo tanto, no poseen una estructura específica para ello. La pregunta sería ¿y cómo esas instituciones prueban y validan en forma empírica los resultados de sus investigaciones y qué estrategia de vinculación utilizan, sin considerar y legitimar la acción de actores externos o grupos sociales?

De igual forma, existen Universidades públicas de enseñanza e investigación, quienes con base en su política institucional deben generar un espacio, personal especializado e infraestructura. Se gobiernan por políticas más definidas de vinculación que instrumentan a través de estructuras formales e informales, con lo cual promueven mecanismos de colaboración especializada, acción que representa una alternativa ante el desarrollo de las empresas. Su esfuerzo es mayor, pues originalmente deben estar orientadas a la búsqueda del conocimiento con un fin de servicio social, pero en muchos casos, y por diversas razones prevalece el componente de la máxima ganancia, más que el social.

“Aunque no siempre se tenga una clara percepción de ello, es la propia sociedad la que deposita en la ciencia y tecnología expectativas relacionadas con el bienestar social, ya sea por reconocerle un papel activo en el desarrollo innovador de bienes y servicios que mejoren la calidad de vida o por atribuirle responsabilidad en la generación de riesgos y consecuencias negativas sobre la población” (Albornoz, 2005:75). Por esto, la vinculación que se genere entre instituciones y productores debe ser muy clara, con estrategias efectivas que diluyan ese grado de incertidumbre presente en los grupos sociales, ante la ciencia y la tecnología.

2.5 Vinculación como función de las universidades

La vinculación es una función que permite a las universidades realinear sus objetivos y visiones a futuro, sin dejar de tener los pies sobre la tierra ni de reconocerse como una parte más de la sociedad. Ayuda a las universidades a identificarse como instituciones interesadas en participar en la solución de las problemáticas que enfrentan los ciudadanos de las regiones en las cuales están localizadas o de la sociedad en general (Campos y Daza, 2005:11).

Se ha planteado que las universidades deben cumplir tres funciones sustantivas: la docencia, la investigación y la extensión. Sin embargo, cada vez es más necesario ampliar este horizonte de funciones hacia la vinculación. Fue desde el Informe de labores de 1984 de la UNAM, cuando se planteó la posibilidad de entender la vinculación como una nueva función y no como parte de la extensión universitaria. A partir de entonces, este concepto pareció adquirir más amplitud. Ahora se le considera un eje estructurador de la planeación académica, esto es, que las funciones de docencia e investigación universitarias encuentran mecanismos y formas de articulación de manera más estrecha y efectiva con la sociedad y la economía, salvando el carácter asistencial que hasta antes prevalecía (Campos y Daza, 2005:10).

Este cambio significa además el establecimiento de un nuevo contrato social entre la academia y la sociedad, el cual requiere de un amplio y fuerte apoyo gubernamental, de acuerdo con el papel que se le ha asignado a la investigación en el nuevo modelo económico. La adopción de este nuevo contrato y su traducción e instrumentación variará, obviamente, de una institución a otra y dependerá en gran medida de la respuesta y el sostén de las políticas nacionales e internacionales (Campos y Daza, 2005:10). En relación con lo anterior, dos autoras expresan:

Podemos notar que la llamada vinculación en el contexto de la educación y la producción se ha utilizado para identificar de manera estricta un conjunto de actividades y servicios que las instituciones de investigación y educación superior realizan para atender problemas tecnológicos del sector productivo. En este sentido la vinculación señala un proceso de transferencia de tecnologías que puede implicar el establecimiento de puentes entre la investigación científica y el desarrollo tecnológico para atender problemas del entorno (Casas y De Gortari, 1997:171).

La vinculación para la transmisión de conocimiento es una actividad que se desarrolla en las instituciones de enseñanza e investigación en mayor o menor grado dependiendo de los recursos económicos disponibles y en base al Plan de Trabajo Institucional establecido en cada una. En el caso del Colegio de Postgraduados, esta función se ha implementado con base en su Plan Rector de Vinculación el cual señala que:

Deben desarrollar investigación que genere conocimiento sustentado en problemáticas de las unidades de producción. Y mantener una amplia vinculación con la sociedad rural principalmente del entorno (...) Con el objeto de construir conocimiento socialmente significativo (útil) a través de un proceso de comunicación horizontal, capaz de incidir en el mejoramiento de las condiciones de vida de las familias rurales. (...) Considerando el objeto de estudio del CP, campus Puebla, la vinculación se realiza con los sectores rural, primario, productivo, educativo y gubernamental. A nivel institucional, esta vinculación establece el proceso de integración interactiva entre el CP y la sociedad (Plan Vinculación Colegio de Postgraduados, Puebla, 2017:2).

Con base en los lineamientos expuestos en el Plan rector de vinculación, los investigadores del Colegio de Postgraduados deben desarrollar actividades de vinculación con empresas, productores y usuarios.

Como parte de la estrategia de vinculación del Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles Funcionales y Medicinales (CB-HCFM), desarrollan diversas actividades en colaboración de carácter académico con instituciones como El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGUE), el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) y la Universidad Veracruzana (UV), entre otras.

Asimismo, coordina la Red Latinoamericana de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales: Producción, Desarrollo y Consumo, en la cual participan diversos países de Latinoamérica tales como: Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, Chile, Ecuador, Guatemala y Perú así como de otros continentes incluyendo Francia, E. U., Inglaterra y Japón.

2.5.1 Vinculación como vía para la transmisión de conocimiento

Se hace referencia a los procesos de vinculación y transferencia, cuando las gestiones involucran acercamientos más direccionados, donde median voluntades explícitas de acceso a conocimiento científico o procesos interactivos de cooperación entre productores y usuarios de conocimiento.

La vinculación es una actividad interinstitucional que en los últimos tiempos ha adquirido relevancia e importancia de tal forma que diferentes grupos académicos de América Latina han expuesto diversos conceptos que van dirigidos a mejorar las formas de vinculación entre instituciones, facilitar iniciativas de cooperación, generar interacciones sistémicas y coordinar acciones. (Juárez, 2011).

Pero, concepciones como: “tecnologías apropiadas”, “tecnologías intermedias”, “social innovación” o “base de la pirámide”, al ser aplicadas han presentado diversos problemas y en algunos casos reproducen las condiciones de exclusión social por otros medios o peor aún, crean la falsa idea de que por ser impulsadas por “buenas intenciones”, “gente de compromiso social y político”, “buenos técnicos” y creer que por poner en el escenario a los actores, la tecnología es inclusiva *per se*. Lamentablemente una larga lista de fracasos y efectos no deseados de esas experiencias demuestra que no es así (Juárez, 2011:8).

Con base en lo cual, para un análisis es adecuado ubicar y caracterizar los espacios que se forman en la relación instituciones y usuarios, desde la perspectiva de la importancia de los contactos informales y las articulaciones no institucionales en la concreción de una vinculación. Existen un amplio espectro de condiciones sociales que ofrecen oportunidades de encuentro e interacción para los participantes, que pueden derivar en el inicio de relacionamientos informales, pero, en sí la vinculación y la transferencia al ejecutarse ante las instituciones, llevan implícita la formalidad (Estébanez, 2003).

Desde el punto de vista de Campos y Daza (2005), hasta el momento la vinculación en las Universidades se reconoce como una práctica muy común, “dirigida hacia una perspectiva productivista(...) válida, sólo si la realiza el sector productivo de la economía y más específicamente la estructura industrial” (Campos y Daza, 2005:7). Esta es hasta ahora la perspectiva más polémica, ya que se asocia a una práctica muy común en las universidades.

En referencia a la función de vinculación que desarrollan las instituciones públicas de enseñanza e investigación, para el presente trabajo ubicamos al Colegio de Postgraduados (CP) debido a que es un Centro Público de Investigación mexicano orientado a la educación e investigación en ciencias agropecuarias en el nivel postgrado. Fue fundado en 1959, cuando aún formaba parte de la Escuela Nacional de Agricultura (ENA), actual Universidad Autónoma Chapingo. En 1979 se separa de la ENA y se convierte en organismo público descentralizado del Gobierno Federal, y es sectorizado a la SAGARPA, actual SADER, y tiene un sistema de *Campus* localizados en varias entidades de la república mexicana.

En 2001 fue reconocido por la SAGARPA y el CONACYT como Centro Público de Investigación. En 2004 se reestructura estableciendo los Planes rectores de Investigación, de Educación y de vinculación con el fin de cumplir los objetivos institucionales (Colegio Postgraduados, Plan Rector 2017).

Para desarrollar esta investigación se seleccionó la unidad ubicada en el *Campus* Puebla, en la cual, por su política interna de vinculación con los grupos sociales, que se ha sustentado en lo que ellos denominan “territorios específicos”, llamados originalmente “Planes Regionales” y actualmente “Microrregiones de Atención Prioritaria” (MAP). En estos espacios se aborda la problemática de las unidades de producción, o bien de los sistemas agropecuarios en los que están inmersos. Mediante la realización de proyectos de investigación, se toma un enfoque pedagógico que se sustenta en prácticas que se desarrollan en escenarios reales que dan la oportunidad de adquirir un aprendizaje por experiencia directa (Colegio de Postgraduados, Puebla, 2017).

Una de las fortalezas del *Campus* Puebla del CP es la labor de vinculación que mantiene con la sociedad, sobre todo con la sociedad rural y los diversos actores que trabajan en su entorno: los productores de zonas de media, alta y muy alta marginación; las instituciones de investigación, educación, financieras y de servicio; los municipios; y la pequeña empresa.

Por el objeto de estudio del CP, *Campus Puebla*, y particularmente del Programa de Postgrado en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional (PROEDAR), la vinculación se realiza con los sectores rural, primario, productivo, educativo y gubernamental. A nivel institucional, esta vinculación es el proceso de integración interactiva entre el CPP y la sociedad, a través de actividades educativas y de la generación colectiva de conocimiento. Se trata de un proceso interactivo de análisis y reflexión entre el CP y los actores que inciden en el sector rural, con el objeto de construir conocimiento socialmente significativo (útil) a través de un proceso de comunicación horizontal, con el fin de incidir en el mejoramiento de las condiciones de vida de las familias rurales (Plan rector de Vinculación, Colegio de Postgraduados, Puebla, 2017).

El proceso interactivo de análisis y reflexión permite conocer las estrategias campesinas de producción y reproducción social y, con base en ello, construir conocimiento para proponer innovaciones tecnológicas y estrategias de desarrollo agrícola regional, ponerlas en operación y evaluar sus resultados (COLPOS, 2019).

2.5.2 Factores que favorecen o impiden el vínculo universidad-productores

Si se consideran los procedimientos o vías por medio de los cuales se produce y difunde el conocimiento, es necesario preguntarse ¿de qué fuentes proviene, que tipo de actores participan?, lo anterior visto desde la perspectiva del actual uso intensivo de las tecnologías de la información y comunicación, percibimos que el fenómeno es muy complejo porque se desarrolla con mínimo control.

La complejidad de los modos en las que el conocimiento se produce y es difundido en la trama social, compuesta por numerosos y heterogéneos actores, torna opaca la identificación del origen y la causalidad de los fenómenos. De igual forma el conocimiento científico y tecnológico, no proviene de una fuente única, pues similares investigaciones se desarrollan en otras instituciones tanto públicas como privadas, en diferentes países y pasan desde su origen en un laboratorio a través de distintos intermediarios con o sin ánimo de lucro (Albornoz, 2005:78).

La figura de las redes que dan cuenta de los procesos de creación de entramados complejos entre actores e instituciones es un requisito fundamental para fomentar la producción, circulación y uso del conocimiento. Por lo cual David y Foray exponen que:

Las actividades basadas en el conocimiento surgen cuando la gente apoyada por las tecnologías de la información y de la comunicación, crea e intercambia nuevos conocimientos. Esto implica tres situaciones: 1. Una cantidad significativa de miembros de una comunidad se unen para producir y reproducir nuevos conocimientos; 2. La comunidad crea un espacio público para intercambiar y divulgar el conocimiento y 3. Las nuevas tecnologías de la información junto con el conocimiento se usan de manera intensiva para codificar y transmitir los nuevos conocimientos. (David y Foray 2002:477. citados por Albornoz, 2005:80).

De acuerdo con lo anterior, la velocidad e intensidad de los procesos de innovación, no solo se basan en la investigación y desarrollo llevados por medio de los marcos formales y tradicionales para el efecto, sino también y cada vez más, en los vínculos e interacciones surgidas entre individuos no especializados que se contactan de manera fluida e informal para llevar a cabo tareas determinadas o para resolver problemas específicos (Albornoz, 2005:80).

Los procesos de distribución y transmisión del conocimiento pueden ser analizados a través de distintas actividades de intermediación y vinculación que desarrollan los productores del conocimiento científico hacia actores sociales (...) De este modo es posible caracterizar una serie de acciones y actividades de transferencia diferenciadas, con distintos grados de intencionalidad y propósito, y a su vez con diversas características concretas, modos de vinculación y actores e instituciones involucradas. (Albornoz, 2005:83).

Un ejemplo de esta actividad de vinculación, es la que se ha desarrollado a través del Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales (CB-HCFM), del CPP, en la que se han brindado servicios integrales a 15 estados del país, los cuales incluyen a 153 municipios, han atendido a 2 157 productores de hongos comestibles, acción por la que se han distribuido más de 66 toneladas de semilla mejorada, lo que representa un ingreso institucional de 1.9 millones de pesos como aportación a la cadena de valor a través de la vinculación (Sobal, *et al.*, 2016:773).

De 1996 a 2014 se han efectuado múltiples cursos teórico-práctico que incluyen: elaboración de “inóculo o semilla”, siembra en sustratos pasteurizados o estériles, la cosecha, el manejo de plagas y enfermedades y se informa y analiza entre los participantes sobre la situación del mercado nacional e internacional. De esta forma se difunden las aportaciones de los hongos

comestibles funcionales y medicinales a la alimentación y el desarrollo sustentable (Sobal, *et al.* 2016:774).

Una de estas acciones se enfoca en el proceso de difusión que realizan los investigadores hacia la sociedad en su conjunto. En concreto se refiere a que los científicos diseñen, organicen y efectúen actividades de difusión del conocimiento científico y tecnológico tanto al interior de la comunidad académica, como hacia otros actores sociales. Tales actividades pueden ser tanto de tipo formal y no formal como: talleres, seminarios, jornadas, eventos oficiales, etc., en las cuales participan científicos, representantes del gobierno, productores y público en general. Y de igual forma se generan y distribuyen por diferentes medios, publicaciones o información en diversos soportes, como libros, artículos, ponencias, videos, etc.

Una forma de medir el impacto de los mecanismos de vinculación es por medio de la identificación de los diversos tipos de actividades que realizan los actores que intervienen en las transferencias científicas y tecnológicas, por voluntad explícita. Abrir y reforzar espacios de conocimiento no solo obedece al tipo de iniciativa para la colaboración, sino de las estrategias de articulación de los recursos y capacidades disponibles, del aprendizaje y grado de participación de los actores.

Por otra parte, para el estudio de estos procesos de vinculación será importante analizar a los usuarios, cuya descripción puede ser un medio para reconstituir a “través de estudios de caso concretos, el proceso de apropiación e incorporación de conocimientos científicos y tecnológicos en actores sociales determinados que participan en estos procesos de intermediación y transferencia de conocimiento” (Albornoz, 2005:85).

Por lo anterior, se muestra el ejemplo del “vacío que existe en las políticas públicas, en la investigación científica y en las tecnologías para abordar el cambio climático desde una escala local” Etchevers *et al.*, 2016:77). Un estudio de caso referido a la forma en que el cambio climático está influyendo en las comunidades generando una problemática y cómo éste se resolvió desde la academia en conjunto con el conocimiento local de los productores y de los

habitantes de la zona Mixteca de Oaxaca, (Rogé *et al.*, 2014). Los productores reportaron cambios en su sistema de producción debido a una sequía muy prolongada, por consiguiente, se experimentó un retraso de lluvias que, sumadas a una disminución de mano de obra e introducción de tecnologías que reducen el esfuerzo en el campo, generó una problemática en la producción.

Ante ello, un equipo de investigadores en colaboración con los productores, por medio de través de talleres, efectuó un estudio de las condiciones de sus sistemas de producción, presentes e históricos, los resultados obtenidos se discutieron y evaluaron y tomando en cuenta los saberes locales, pudieron identificar cuáles eran las mejores prácticas para aplicar en la región, con el propósito de que los productores las retomaran y pudieran enfrentar el cambio climático, para restablecer la conservación del suelo y mejorar su producción.

Como resultado, “Este estudio indicó claramente cómo, en el caso de los pequeños productores, la adaptación al cambio climático envuelve mucho más que una serie de buenas prácticas agrícolas, también se requieren acciones comunitarias para enfrentar los problemas colectivos”. México por su diversidad topográfica, biológica y cultural no es posible enfocarlo en un solo modelo que le permita adaptarse al cambio climático, por la anterior razón es indispensable seguir una metodología interdisciplinaria que ayude a los pequeños productores a ajustarse a dichos cambios (Etchevers, 2016:77).

En este punto es conveniente recordar la importancia del papel que juega la proximidad territorial, como parte de las relaciones entre actores. Casas, (2003) y otros autores han acuñado el término “región” para delimitar el ámbito territorial en el que se generan dinámicas de producción y apropiación social del conocimiento.

Por su parte Albornoz, dice que en esta aproximación se puede enfocar el papel que juegan las universidades, los gobiernos y las empresas para la conformación de espacios regionales de conocimiento a través de interacciones en el marco de un espacio territorial específico y agregan:

La reconstrucción hacia el origen de las redes de intermediación por las que circula el conocimiento puede ser considerada como una alternativa válida para avanzar hacia la comprensión de las formas en las que el conocimiento científico y tecnológico es utilizado para la resolución de problemas sociales y simultáneamente, procede hacia el desarrollo de metodologías para la medición del impacto social de la ciencia y la tecnología.

La reconstrucción de los modos de circulación del conocimiento debe tener en cuenta, por un lado, la oferta de conocimientos producidos por los grupos científicos y, por el otro, el análisis de las demandas provenientes del ámbito de la política social, reconstruyendo las formas mediante las cuales desde este terreno se obtiene y es aplicado el conocimiento. La tipificación y el análisis de los actores que median en estos procesos puede ser un camino hacia el diseño de herramientas de política científica y tecnológica tendientes a orientar el conocimiento en direcciones socialmente deseables. (Albornoz, 2005: 82).

En contextos educativos formales, no formales e informales por la vía oral, es indudable que los conocimientos científicos y tecnológicos suelen transmitirse y como soporte de la educación científica y tecnológica se elaboran infinidad de manuales, los escritos, textos, documentos, archivos y demás información en diferentes soportes materiales como formas de registro, codificación y reproducción intergeneracional de la ciencia y la tecnología (Valladares y Olivé, 2015:93).

2.6 Vinculación para la inclusión social

El tema de la inclusión social en el campo de la academia y de las políticas públicas cada vez es más relevante en América Latina, debido a que se presenta un problema social en el que los índices como la marginalidad, el desempleo, la pobreza y la violencia social son alarmantes, pues lejos de disminuir tienden a aumentar y profundizarse. Enormes proporciones de la población, entre 20 y 50 % según los diferentes países e indicadores, viven en condiciones de exclusión, signadas por un conjunto de déficits: habitacional, alimentario, educacional, de acceso a bienes y servicios (Coneval, 2019).

Para ilustrar lo anterior, en el Cuadro núm. 3 se presenta un estudio realizado por INEGI en México, en un periodo de 2008 a 2018, analizando índices de pobreza y algunas de sus implicaciones, como indicadores de carencia social, (cuadro núm. 4), mismos que a su vez dan lugar a un incremento de la marginalidad, desempleo y aumento de la violencia social.

Cuadro núm. 3. Medición de la Pobreza, 2008-2018. Estados Unidos Mexicanos

Tipo de población	2008	2018
Población en situación de pobreza	44.4% De 49.5 millones de personas	41.9% De 52.4 millones de personas
Población en situación de pobreza extrema	11.0% De 12.3 millones de personas	7.4% De 9.3 millones de personas
Población vulnerable por carencias sociales	32.3% De 30.6 millones de personas	29.3% De 36.7% millones de personas

Fuente: CONEVAL, 2019, con datos de INEGI. 2008-2018.

Cuadro núm. 4. Indicadores de carencia social

Indicadores de carencia social	Millones de personas
-Rezago educativo	21.1
-Acceso a servicios de salud	20.2
-Acceso a seguridad social	71.7
-Acceso a servicios de salud	25.5
-Calidad y espacios de vivienda	13.8
-Acceso a servicios básicos de vivienda	24.7

Fuente: construcción propia con datos de CONEVAL, 2019, INEGI. 2008-2018.

Sin embargo, y a pesar de las estadísticas, Thomas y Fressoli, (2008) indican que bajo la consideración de que el papel de la tecnología es un elemento prioritario e incide en los procesos de inclusión-exclusión social, todavía es tratada de forma marginal.

“América Latina fue pionera en la generación de alternativas a las teorías y políticas sobre el desarrollo creadas por países centrales”, la reflexión acerca de la relación tecnología-pobreza casi no se aborda por lo tanto no aparece dentro de la agenda de política pública. “La resolución de problemáticas sociales como la pobreza, la exclusión o el subdesarrollo no puede ser abordada

(tanto para su análisis como para su transformación) sin tener en cuenta la dimensión tecnológica” (Thomas, 2015: 12).

Se ha podido identificar una diversidad de tecnologías que, por su diseño e implementación, fue posible promover “la inclusión social y el desarrollo sustentable. En este grupo los desarrollos estaban dirigidos a dar soluciones tecnológicas a problemas sociales y se caracterizaron por promover la generación distribuida o equitativa de beneficios, la participación de los usuarios en el diseño e implementación, los aprendizajes colectivos, la adecuación a condiciones locales y el control socializado de los artefactos, procesos o conocimientos generados” (Thomas, 2015:20).

Un ejemplo, de este tipo es “una iniciativa pública que surgió en la región del Semiárido brasileño, que se articuló con el ambiente local, la revalorización de las prácticas tradicionales y la experiencia de organizaciones campesinas y políticas con base en un programa de apoyo denominado Programa Articulación del Semi-árido, (ASA)” (Thomas, 2015:27).

El objetivo de este programa fue “fomentar la construcción de procesos participativos del desarrollo rural en el Semiárido brasileño y promover la soberanía, la seguridad alimentaria y nutricional y la generación de empleo y renta para las familias agricultoras”(…) La principal estrategia para cumplirlo fue el acceso y manejo sustentable de la tierra y el agua para la producción de alimentos, por lo que se denominó *Programa Una tierra y Dos aguas (P1+2)*” El 1 significa tierra para producción y el 2 corresponde a dos tipos de agua: potable para consumo humano y agua para producción.(Thomas, 2015:27)

Este programa funcionó por que se “articularon y coordinaron las diferentes tecnologías - de producto, de proceso y organizacionales- como parte de una intervención caracterizada por la adecuación local y la activa participación de los pobladores locales, como productores del diseño e implementación que llevó a la solución” (Thomas, 2015:26).

De la misma forma, “a lo largo de la historia se han desarrollado tecnologías orientadas a la resolución de problemas de pobreza y exclusión social”, muchas de ellas, aunque fueron pensadas para la resolución de problemas y planeadas con las mejores intenciones, se consideran como “fracasos”, porque al final las suspendieron o generaron significativos efectos no deseados” (Thomas, 2015:26). Los factores que inciden para conseguir un resultado positivo o negativo de la implementación de un desarrollo tecnológico pueden ser de múltiples orígenes.

“Las nuevas tecnologías disponibles que se les considera “apropiadas” presentan una serie de restricciones dando la idea de no ser las indicadas o pertinentes”. Son creadas como ayuda a poblaciones de recursos y niveles educativos bajos, quienes las reciben como un paliativo, por lo que muchas veces se genera una dinámica “paternalista”. Se basan principalmente en el conocimiento especializado, pero solo aplican conocimiento tecnológico simple, muy diferente al de los usuarios, quienes generalmente son de extrema pobreza o pequeñas comunidades y subutilizan o no toman en cuenta el conocimiento local (tácito y codificado), mismo que por muchas décadas dichos grupos han acumulado y practicado.

Las tecnologías a veces “concebidas como simples bienes de uso pierden de vista que también generan bienes de cambio y dinámicas de mercado, de hecho, habitualmente no toman en cuenta los sistemas de acumulación, ni los mercados de bienes y servicio en los que están insertados y por lo tanto muchas veces resultan económicamente insustentables (...) Por lo que, a mediano y largo plazo, las “tecnologías apropiadas generan dinámicas económicas de “dos sectores”, por una parte se materializan en situaciones de discriminación y marginalidad y por otra reproducen paradójicamente, nuevas formas de exclusión y desintegración” (Thomas, Fressoli, 2008:115).

Una de las más recientes concepciones que busca fomentar la relación entre la tecnología y la inclusión social entre otras cosas, es la del colectivo de investigación de la Red de tecnologías para la inclusión social (RedTISA) en Argentina, quienes “desarrollaron la propuesta de “tecnologías para la inclusión social” (TIS) misma que podría implicar ventajas económicas como: inclusión, empleo, integración en sistemas de servicio, produciendo bienes de uso

resolviendo problemas tecno-productivos puntuales”(Thomas y Fressoli, 2018:116). Lo cual sería un resultado esperado al procedimiento propuesto, pero desde la perspectiva de Thomas y Fressoli, el desarrollo de ese proceso no siempre es tan mecánico, porque:

Habría que considerar: la diferenciación de productos, la adecuación y mejora de procesos productivos, el desarrollo de nuevas formas de organización, incorporación de valor agregado, intensificación del contenido cognitivo de productos y procesos son cuestiones clave tanto para concebir un cambio del perfil productivo de las economías en desarrollo como para generar una mejora estructural de condiciones de vida de la población. (Mejora en, productos y servicios, calidad y cantidad de empleos, mejoras en el nivel de ingresos, incorporación al mercado de trabajo e integración social de sectores marginalizados, y además el rescate de las culturas locales y de identidades grupales y étnicas). (Thomas y Fressoli, 2008:116).

Desde nuestra perspectiva, para que este proceso pueda conducir a un cambio social y mejora en condiciones de vida requiere de periodos de tiempo, medianos (5-10 años) o largos (40-50 años) al final de los cuáles se pueda realmente evidenciar que si generó repercusiones sociales en la población.

2.7 Reflexiones del capítulo

Este capítulo se refirió en primer término las políticas que en México han determinado la línea a seguir en el campo de la ciencia y la tecnología. Quienes son los actores que desde el gobierno determinan el sentido de acción y la importancia de la presencia de las universidades como centros de producción y acumulación de conocimiento.

Estos centros de investigación generan conocimiento, mismo que por vía de la vinculación buscan difundirlo, para lo cual están sujetas a las disposiciones políticas que establece el Estado en materia de ciencia, tecnología y vinculación.

En el proceso de transferencia de conocimiento, a pesar de que en la actualidad se plantea que debe haber una transversalidad en la transmisión de conocimiento, en muchas experiencias de vinculación aún se observa la forma lineal, misma que no permite la inclusión de los actores sociales o población, buscando que haya una apropiación real de la tecnología en beneficio de ellos.

Finalmente, se espera que grupos de investigación-desarrollo estén generando propuestas cada vez más adecuadas a las realidades y necesidades de los grupos sociales. Y puedan generar metodologías interdisciplinarias más apropiadas a la realidad local.

CAPÍTULO III

INSTITUCIONES QUE DESARROLLAN INVESTIGACIÓN EN HONGOS COMESTIBLES

Introducción

En el presente capítulo se muestra cómo ha sido el desarrollo de la investigación en el campo de los hongos, se considera importante ubicar los antecedentes acerca de los investigadores que con sus hallazgos han establecido diversas líneas de trabajo y cómo ellos han influido en las nuevas generaciones, quiénes son los investigadores que están generando nuevas rutas y líneas de investigación en sus respectivos centros o universidades públicas de investigación.

Es importante saber qué desarrollo ha tenido el conocimiento en este campo, desde la perspectiva de los avances tecnológicos, cuáles son las formas de colaboración y cómo los resultados son transmitidos a grupos sociales, como una vía para nutrir y mejorar el conocimiento, y sobre todo dar cuenta de las posibilidades de uso.

Como veremos en este capítulo los hongos comestibles tienen un valor alimenticio, económico y cultural, el cual a medida que se avanza en el conocimiento de sus propiedades, cada vez se aprecian más.

El presente trabajo se enfocó en el huitlacoche, un hongo comestible que para reproducirse depende de la planta de maíz, especie emblemática y de suma importancia económica en nuestro país. Por el avance en la investigación biotecnológica en la actualidad se le considera un alimento muy completo, nutritivo y con amplias perspectivas económicas para su comercialización.

3.1. Investigación Fúngica en México

De toda Latinoamérica, México es uno de los países que cuenta con una importante red de grupos de investigación de hongos comestibles, quienes trabajan en diversos aspectos básicos y aplicados relacionados con el cultivo. Desde hace más de seis décadas en este país se inició la

investigación formal de hongos comestibles en las diferentes instituciones, con investigadores destacados, entre los que se encuentra el Dr. Gastón Guzmán Huerta (QEPD), quien con diversas publicaciones como “La monografía del género *Psilocybe*”, (1983) entre muchas otras, convirtiéndose en autoridad mundial del tema; De la misma manera el Dr. Teófilo Herrera Suárez (QEPD) y que hasta su fallecimiento se mantuvo una presencia en su oficina y laboratorio de la UNAM. El realizó un importante número de publicaciones, entre las cuáles una de las más importantes es “El reino de los hongos” en colaboración con el Dr. Miguel Ulloa, (1998), Y en el mismo campo una investigadora muy destacada fue la Dra. Evangelina Pérez de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Investigadores del campo de los hongos, Primera generación.

Imagen 1 Miguel Ulloa, UNAM.

Imagen 2. Dra. Evangelina Pérez, UNAM.

Investigadores, quienes por sus trayectorias académicas y hallazgos en sus trabajos de investigación, generaron líneas y metodologías básicas e imprescindibles para la micológica. Su legado se integra de una extensa literatura que ha contribuido al conocimiento en el campo de los hongos, aportando nombres y características de las especies descubiertas que hasta la fecha conformaban gran parte de la diversidad biológica de nuestro país, mismas que, por el cambio climático y la acción del hombre, algunas han ido desapareciendo.

Imagen 3. Dr. Teófilo Herrera, laboratorio de hongos, Universidad Nacional Autónoma de México, 2012. (QEPD).

Imagen 4. Dr. Guzmán en su laboratorio del INECOL, Xalapa, Ver. 2012

Imagen 5. Dr. Guzmán inaugurando Exposición de hongos en Texcoco, 2013.

También y como parte de los antecedentes, el Dr. Gastón Guzmán en 1977 implementó en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, el primer herbario de micología, el cual junto con el laboratorio para 1979, fue reconocido por la Sociedad Mexicana de Micología.

Con relación al dato anterior, y en base a una entrevista personal con el M.C. Elizur Montiel (2019) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, nos comenta que paralelamente, “en 1980, los investigadores de esta Institución también lograron implementar un proyecto para sistematizar la micoflora del Estado de Morelos, abarcando el corredor biológico

Chichinautzin⁴. Esto fue posible porque el CONACYT les otorgó un recurso de \$540,000.00. Con este proyecto se creó el Cepario⁵, con el M.C. Montiel como responsable. En este momento se dio inicio a uno de los pocos proyectos en México sobre tecnología del huitlacoche, para lo cual estos investigadores realizaron pruebas exhaustivas con diferentes sistemas de inoculación en espiga, raíz, pelos del elote, etcétera (Montiel, 2018).

En todas las investigaciones, un objetivo y parte del procedimiento es resguardar ejemplares o semillas de las especies más características y representativas, como parte de la historia de la biodiversidad y un espacio idóneo para ello son los Ceparios.

En México existen alrededor de 10 Ceparios de hongos de interés alimentario y medicinal, que en total conservan 1,600 cepas para el cultivo comercial. De entre todos éstos destacan los del Colegio de Posgraduados, *Campus* Puebla, el Colegio de la Frontera Sur, campus Tapachula, Chiapas, el Instituto de Ecología, A.C. en Xalapa, Veracruz y la Universidad Nacional Autónoma de México en la Facultad de Química, en la Ciudad de México, que en conjunto resguardan más del 86% del total de las cepas (Salmones y Mata, 2012).

En el Instituto de Ecología, A.C., de Xalapa, Veracruz, se preserva un total de 519 cepas adscritas principalmente a los géneros *Pleurotus*, *Agaricus* y *Lentinula* (Cuadro. núm. 5).

⁴ “El Corredor Biológico Chichinautzin cuenta con una notable diversidad de hábitats y especies debido a sus condiciones geográficas y climáticas privilegiadas. Se encuentra en la zona noroeste de Morelos y abarca 12 municipios de ese estado, uno en el Estado de México y las delegaciones políticas de Milpa Alta y Tlalpan al sur de la Ciudad de México. Su superficie de 65,721 hectáreas, incluye las 4,562 del Parque Nacional Lagunas de Zempoala y las 23,286.51 del Tepozteco, zonas que también forman parte de este amplio corredor biológico que sustenta a la flora y fauna locales, convirtiéndose en una zona de amortiguamiento para el Valle de Cuernavaca”. (SEMARNAP, 30 noviembre, 2016).

⁵ “Las colecciones microbianas, que en este caso particular corresponde a bacterias, referidas también como “ceparios”, son centros de recursos genéticos que preservan a los microorganismos, garantizando la disponibilidad de dicho material biológico para actividades de docencia, investigación científica y comercial”. (Murray *et al.* 2003: 25).

Cuadro núm. 5. Proporción de los principales géneros de hongos comestibles que resguardan en el Cepario del Instituto de Ecología. A. C.

<i>Pleurotus</i>	50%
<i>Volvariella</i>	3%
<i>Lentinula</i>	11%
<i>Agaricus</i>	20%
Otros	16%

Fuente: Mata *et al.*, 2016.

Resguarda de la misma manera, 25 cepas de hongos ectomicorrícicos⁶ aislados de material silvestre mexicano, primordialmente del estado de Veracruz. En el IE- 782⁷, el origen de las cepas: aproximadamente el 50% de proviene de material silvestre, el 35% de procesos de selección genética en laboratorio y el 15% cepas provenientes del extranjero (Mata *et al.*, 2016: 697).

Por su parte en el Colegio de Posgraduados Puebla, se encuentra en la Plataforma de investigación científica, tecnológica y de innovación (P-ICTI) sobre Recursos Genéticos de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales (bioprospección, aislamiento, manejo y conservación in vitro) del CB-HCFM). Esta P-ICTI-CB-HCFM, cuenta con 790 registros de cepas nativas, extranjeras y de intercambio denominadas “comerciales” de hongos comestibles, incluyendo especies pertenecientes principalmente a géneros: *Agaricus*, *Amauroderma*, *Auricularia*, *Calvatia*, *Fistulina*, *Ganoderma*, *Lentinula*, *Pleurotus*, *Pycnoporus*, *Ustilago* y *Volvariella*. Las cepas nativas proceden de diferentes regiones del país, las cuales incluyen 19 Estados de la República Mexicana. En el período de 2007-2015, el incremento de los recursos genéticos de hongos comestibles fue principalmente en los géneros *Ustilago* (25%), *Pleurotus* (24%) y *Ganoderma* (19%), *Lentinula* (6%) y *Volvariella* (1%) (Sobal, 2016).

⁶ “Los hongos ectomicorrícicos son organismos que proporcionan amplios beneficios a la planta, debido a una compleja red de mecanismos que le confieren la capacidad de suministrar nutrientes y crecer en ambientes salinos, en plantas que habitan los bosques templados o boreales” (Aguilar et al. 2009:1)

⁷ “El cepario de INECOL fue fundado en 1982 y está registrado en el *World Data Centre for Microorganisms* con el número 782 y las siglas IE”. (Mata *et al.*, 2016: 697).

De la misma manera, Martínez-Carrera (*et al.*, 2000), comenta que “nuestro país puede incursionar en el mercado internacional de hongos comestibles y sus productos metabólicos de importancia industrial, ocupando una posición central. Sin embargo agrega que, para consolidar este liderazgo se requiere una vinculación estrecha academia-industria privada-sector social rural, la cual extienda vías para desarrollar aspectos estratégicos mediante la investigación básica y aplicada”.

En el transcurso de las anteriores dos décadas la producción de hongos comestibles aumentó en forma significativa, “de 1991 a 2011 la producción pasó de 9 mil 036 a 62 mil 374 toneladas de hongos frescos por año” colocando a México como líder productor de hongos en Latinoamérica al generar el 80.8% de la producción para la región. A nivel mundial México se ubica en el décimo tercer lugar de los países productores de hongos comestibles (Martínez-Carrera, *et al.*, 2016).

El sector agroalimentario microbiano de los hongos comestibles, funcionales y medicinales genera un flujo comercial aproximado de 200 millones de dólares anuales. Esta actividad tiene una importancia ecológica por la reutilización de más de 500 mil toneladas anuales de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales (Martínez et al., 2014).

La producción rural de hongos comestibles desarrollada por el Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales del *Campus* Puebla del Colegio de Postgraduados, (CB-HCFM) ha generado la incursión en la actividad de un gran número de pequeños productores, principalmente de setas dada la sencillez y bajo costo para la implementación de su sistema de cultivo (Martínez-Carrera et al., 1998, 1991b). Este tipo de producción es normalmente temporal, debido a diversos factores, a la unidad de producción campesina le ha sido difícil integrar el cultivo de hongos como una actividad adicional.

Lo anterior se da porque, en principio los productores son un sector muy hermético, difícilmente comparten sus conocimientos o avances en tecnología, generalmente no están organizados para la producción, se apoyan muy poco para asesorías en las instituciones de

investigación o sólo se acercan a los investigadores, técnicos con consultas muy puntuales. En su actividad de producción, es difícil que mantengan una continuidad, generalmente porque, no establecen una vinculación con instituciones y centros públicos de investigación, normalmente no tienen capital propio y difícilmente consiguen apoyos suficientes de capital y tecnología, y por lo tanto no pueden pagar por asesoría, condiciones que les permita planificar adecuadamente la producción y comercialización del producto.

3.2. Instituciones e investigadores de hongos en México.

Como antecedente de este trabajo, en el 2012 se llevó a cabo una investigación referida al tema de los hongos, Reyes, *et al.*, (2012). El proyecto estuvo encaminado a ubicar el proceso de conformación de una red de colaboración e intercambio entre instituciones e investigadores que habían desarrollado investigación formal y constante en el campo de los hongos comestibles.

Para recabar información en la primera fase, se contactó y entrevistó a cinco actores clave encargados de los principales laboratorios de hongos en México. Con base en los resultados de las entrevistas, se indagó acerca de sus trayectorias profesionales en documentos impresos electrónicos, todo en conjunto generó una base de datos relativos a los investigadores, mostrando relaciones de trabajo con diversas instituciones y el tipo de colaboración que habían desarrollado.

Con los resultados obtenidos en ese estudio, se ubicó el año de 1979 como fecha de inicio de la investigación formal en el campo de los hongos, con base en lo cual se procedió a elaborar análisis estructurales de la red a través del tiempo generando cortes cada 11 años, así como algunos indicadores estructurales con base en la metodología de redes.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos por Reyes y Pérez (2012), con base en la información recabada en entrevistas informales e investigación bibliográfica y de redes electrónicas, En el cuadro núm. 6 se señalan los principales Centros de investigación y a los científicos e investigadores más destacados en el tema de los hongos que en estas instituciones son estudiados desde diferentes perspectivas generando líneas más específicas de investigación.

Cuadro núm. 6. Instituciones e investigadores de hongos en México.

Universidad Nacional Autónoma de México. (UNAM)	Dr. Teófilo Herrera Suárez investigador Dr. Hermilo Leal Lara; Dr. Miguel Ulloa Sosa; Dra. Magda Carvajal, Dra. Evangelina Pérez Silva, Dr. Roberto Garibay.
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional (IPN)	Dr. Ricardo Valenzuela. Dras. Yolanda Nava G.
Colegios de Posgraduados <i>Campus</i> Montecillo. Estado de México.	Dr. Jesús Pérez Moreno, Dra. Magdalena Martínez Reyes, Dr. Abel Gil Muñoz
Colegio de Posgraduados, <i>Campus</i> , Puebla. Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales. (CB-HCFM)	Dr. Daniel Martínez C., Dra. María Eugenia Meneses Álvarez, M.C. Myrna Bonilla Quintero, M.C. Ivan Castillo Sebastián, M.C. Beatriz Petlalcaco Sánchez, Dr. Porfirio Morales, Dra. Mercedes Sobal.
Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)	Dr. Gastón Guzmán Huerta (qepd), Dr. Gerardo Mata, Dra. Dulce Salmenes y Dr. Rigoberto Gaitán-Hernández
Universidad de Guadalajara. (U de G)	Dra. Laura Guzmán Dávalos; el Dr. Fabián Islas Gutiérrez.
Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Tapachula, Chiapas.	Dr. José E. Sánchez Vázquez en Tapachula, Graciela Huerta, Heriberto Hernández Ibarra y Ricardo Bello.
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	M.C. Elisur Montiel, Dr. Isaac Tello, Ing. Joaquín Morales, Ing. Kaori Casares.
Universidad Autónoma de Tlaxcala	Dr. Gerardo Díaz, Dra. Carmen Sánchez, Dra. Alba Mónica Montiel González, Laura Hernández Cuevas y Guadalupe Santiago Martínez
Universidad Autónoma Chapingo	M.C. Clara Alfaro Maya, Dr. Edmundo Arturo Pérez Godínez, Dra. Emma Estrada Martínez, M.C. Salvador Martínez Romero.

Fuente: Reyes R. y Pérez E., 2012.

La información recabada en ese momento (2012) permitió situar varias de las instituciones y los investigadores que progresaban en la exploración en el tema de los hongos, y con base en estos datos, se realizó entrevistas a tres de los investigadores que hasta ese momento presentaban una mayor actividad de investigación en el campo de los hongos en México.

Es conveniente aclarar que para la investigación del 2012, se tomó en cuenta a todas las instituciones que avanzaban de forma continua en la investigación de hongos en todos sus campos, posteriormente y con base en el objetivo de ésta tesis (2016-2019), el estudio se enfocó en los investigadores e instituciones que desarrollan el tema de los hongos comestibles.

Para la investigación del 2012, la primera entrevista realizada fue con la Dra. Laura Guzmán investigadora del Centro Universitario de Ciencias de la Universidad de Guadalajara; la segunda entrevista fue con el Dr. Roberto Garibay profesor Investigador del Instituto de Biología de la UNAM, del Laboratorio de Micorrizas y la tercera fue con el Dr. Ricardo Valenzuela del herbario de hongos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional, en México.

Imagen 6. Dra. Laura Guzmán, Centro Universitario, Guadalajara, Fuente: Reyes, R. 2012.

Imagen 7. Dr. Roberto Valenzuela, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Fuente: Reyes, R. 2012.

Imagen 8. Dr. Roberto Garibay del Laboratorio de hongos de la UNAM, 2012.

Los resultados mostraron que los investigadores al desarrollar su trabajo en torno a los hongos además de presentar en forma periódica sus resultados, al mismo tiempo deben desarrollar varias y diferentes actividades como: investigación teórica y de laboratorio, elaboración de proyectos para obtener recursos que serán usados en múltiples actividades, colecta y caracterización de especies fúngicas, vinculación con trabajo comunitario en diversas zonas geográficas del país, publicación de artículos, libros, participación con ponencias o conferencias en eventos, relacionarse para el intercambio de información y colaboración entre instituciones y actividades que propician relaciones interinstitucionales, etc. Mismas que, son la base para el desarrollo de la ciencia en torno a los hongos y su conocimiento en pro de las comunidades del entorno geográfico.

Y además se muestra que toda la actividad desarrollada da como resultado una interrelación que se refleja en la conformación de una red que se va construyendo a medida que se generan productos y resultados individuales o en conjunto.

A continuación, se muestra en forma gráfica este proceso de construcción de una red entre los intelectuales que dirigen la investigación en sus respectivas instituciones. La gráfica 1, muestra la red de colaboración que se había conformado desde el 2001 hasta el 2012, misma que fue construida con base en las interrelaciones de los investigadores entrevistados y sirvió para ubicar por lo menos cinco formas de colaboración entre ellos.

Grafico 1. Red general de colaboración entre instituciones para la investigación De hongos en México

Fuente: Reyes, et al., 2012.

Con estos primeros resultados se ilustran los nodos principales de enlace. Algunos actores aparecen desligados de las redes, eso significa que el nivel de colaboración con el nodo principal fue muy puntual y no hubo continuidad, pero a pesar de ello, su colaboración permite extender las relaciones interinstitucionales, sobre todo bajo la consideración de que varios de los temas que abordan los investigadores tienen una línea común o muy coincidente, por lo tanto la colaboración puede enriquecer la investigación.

En segundo término, los resultados de diferentes tipos de colaboración, de igual forma se muestran en forma gráfica:

Grafica 2. Construcción de redes en torno a la investigación de hongos por tipo de colaboración.

Fuente: Reyes, C.R. y López, B.J. 2012.

En los gráficos anteriores, podemos observar que, para desarrollar la actividad de investigación, los científicos además deben desplegar diversas funciones las cuales son derivadas de las necesidades y formas de colaboración entre individuos, grupos científicos o instituciones.

Estos modos de colaboración pueden incidir de diversas maneras en el desarrollo de la investigación y del proceso académico de los científicos. Partiendo de la idea que varias de estas temáticas son desarrolladas en diferentes instituciones o centros de investigación, pero no siempre hay un intercambio de información entre estas, al menos que de ello derive un beneficio mutuo, mismo que de alguna forma se refleje en la productividad académica del investigador.

En este estudio se determinaron cinco modos de interrelación que han surgido con los avances y necesidades de investigación, (ver gráfico 2 de redes). Una primera colaboración fue la encaminada a la investigación (C) misma que es reforzada con trabajo de transferencia y divulgación en comunidades (B) la cual generalmente es una forma de validación de resultados a través del concurso de la sociedad civil. De dicha actividad se deriva desde luego la publicación de artículos, capítulos o libros científicos fundamentados con los resultados de lo puesto en práctica entre los grupos sociales o las comunidades.

Otro punto importante fue la colaboración en proyectos (D) en ellos las contribuciones generaron en primer término un estatus social y permitió dar continuidad a la investigación; en segundo término, concede acceso a recursos económicos que dan lugar a evolucionar en la misma beneficiando o reconociendo incluso el trabajo con las comunidades. La obtención de recursos (E) estará sujeta al desarrollo de la investigación que se presenta y por parte de las Instituciones se otorga, tomando en cuenta el nivel académico del investigador, los antecedentes de resultados y avances que se hayan reportado, independientemente se le hayan otorgado recursos o no.

Uno de los temas que complementa el anterior análisis fue el de establecer las líneas de investigación que se están desarrollando en las diversas instituciones, en el tema de los hongos, comestibles de lo cual y como ejemplo, se retomaron datos de una investigación realizada por Mora, V. M. & Martínez-Carrera (2007), del Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles Funcionales y Medicinales (CB-HCFM). El ejemplo que mencionamos enseguida aunque es muy específico, es relevante porque, da una idea de las líneas de investigación que en el tema de las setas más se han desarrollado en instituciones públicas y demostró que aún faltaba más interés en la temática desde la perspectiva social y de vinculación.

“En este trabajo se realizó una revisión sobre las investigaciones más relevantes del cultivo de setas *Pleurotus spp.*, en México, se registraron un total de 139 publicaciones ubicadas en diez categorías” (Mora & Martínez-Carrera, 2007:1), que arrojaron los siguientes resultados:

Mostraron, que la clasificación de las publicaciones registradas se presentaba en diferentes proporciones y en diversos temas, tales como recursos genéticos (2), taxonomía convencional y sistemática (4) fisiología (20), química (19) genética (10) sistema de producción-consumo (26) investigaciones socioeconómicas (10), uso de subproductos agrícolas, agroindustriales y forestales (39), plagas y enfermedades (1), y de divulgación (8). Asimismo, las investigaciones taxonómicas a nivel molecular, apoyadas con genética clásica y otras evidencias científicas, son prácticamente nulas. En contraste, el número de publicaciones de divulgación es atípicamente alto. (Mora & Martínez-Carrera, 2007:2)

Los resultados también expresan que “se consideraron bastante bajas las proporciones relacionadas con investigación sobre recursos genéticos, mejoramiento genético, investigaciones socioeconómicas, así como en plagas y enfermedades, a pesar de la relevancia del cultivo de setas en México” (Mora & Martínez-Carrera, 2007:2).

Lo anterior es significativo porque con ese estudio se demostró que la investigación institucional en el tema de los hongos comestibles está pendiente de desarrollarse, sobre todo en aquellos trabajos que van encaminados a la transferencia de tecnología con el fin de beneficiar a grupos sociales rurales.

Tomando como referencia los resultados obtenidos por Reyes, *et al.*, (2012), relativo a la actividad de investigación al interior de los laboratorios y con el propósito de recabar información actual acerca del tema, se inició un proceso de vinculación con el Dr. Martínez - Carrera, responsable técnico del Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales del *Campus* Puebla del Colegio de Posgraduados (CB-HCFM). Con base en publicaciones y difusión de resultados de su trabajo, avances y proyectos relacionados con los hongos comestibles, funcionales y medicinales, en 2016, se tomó la decisión de desarrollar la presente investigación, asumiendo como objeto de estudio la estrategia de vinculación “La producción controlada de huitlacoche” dirigido a productores, de la cual se analizarían los procesos de configuración de una red de conocimiento.

Dr. Daniel Martínez-Carrera, oficina en COLPOS, *Campus*, Puebla, 2012.

Imagen 9. Fuente: Reyes, R. 2012.

3.3. Concepto de hongos comestibles funcionales y medicinales.

Para iniciar este apartado es conveniente precisar el concepto de hongos, que como resultado de sus investigaciones el Dr. Martínez-Carrera ha propuesto y sobre el cual enfoca gran parte de su investigación.

La cadena agroalimentaria microbiana de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en México se ha desarrollado consistentemente en las últimas décadas, como una agroindustria a la vanguardia del resto de los países latinoamericanos manteniendo hasta hoy una perspectiva de crecimiento.

Desde épocas prehispánicas en nuestro país, principalmente en la región central, se consumen hongos comestibles por su excelente sabor, aroma y textura, son considerados un alimento tradicional. Sin embargo, es poco conocido su gran potencial como alimento funcional con propiedades nutricionales y medicinales que promueven la salud. (Martínez-Carrera *et al.*, 2016).

Con base en la consideración anterior, este mismo investigador ha formulado el concepto de “hongos comestibles funcionales y medicinales”, porque considera que, permitirá entender “la magnitud de su contribución actual y futura a la seguridad alimentaria y la salud en México” (Martínez-Carrera, 2016:589).

Para el Dr. Martínez-Carrera, (2016) el concepto está compuesto por tres unidades léxicas e integra los grandes subgrupos de especies cultivadas o potencialmente cultivables que, aunque se traslapan, pueden diferenciarse claramente, con base en el estado de conocimiento de sus propiedades relevantes para la alimentación y la salud (Martínez-Carrera, 2010).

Un primer subgrupo son los hongos comestibles utilizados principalmente para la alimentación. En México se han registrado alrededor de 204-303 especies según la fuente. El uso medicinal, va a corresponder al registro, normalmente verbal y ocasionalmente empírico, indicado por el conocimiento tradicional en los estudios etnomicológicos⁸.

El segundo subgrupo está integrado por los hongos funcionales, los cuales corresponden a las especies que poseen propiedades funcionales demostradas con evidencia científica, ya sea antioxidantes, antimicrobianas, antivirales o anticancerígenas entre otras. En México ya se ha logrado determinar propiedades antioxidantes y antimicrobianas en algunas especies de recursos genéticos nativos (Martínez *et al.*, 2010).

El tercer subgrupo corresponde a los hongos medicinales, se trata de un reducido grupo de especies a partir de las cuales ya se han logrado purificar compuestos bioactivos específicos y se han generado diversos productos o medicamentos patentados y aprobados por instituciones oficiales de Japón, EU, y la Unión Europea.

Por las anteriores características de los hongos comestibles, el grupo de investigación dirigido por el Dr. Martínez-Carrera del Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y medicinales (CB-HCFM) del CPP, decidió enfocarse principalmente en seis especies, que son: los champiñones (*Agaricus*), las setas (*Pleurotus*), el huitlacoche (*Ustilago*), el shiitake (*Lentinula*), las repisas (*Ganoderma*), el hongo de venado (*Neolentinus lepideus*), la melena de león (*Hericium erinaceus*) y el maitake (*Grifola*), las cuáles por su relevancia

⁸ Etnomicolología; desde una aproximación científica es la disciplina nos permite escudriñar y comprender las relaciones inextricables y dinámicas entre los grupos humanos y los hongos en distintas partes del mundo, en distintos momentos de la historia y el presente, así como en distintos contextos y circunstancias. Asimismo, constituye una poderosa herramienta en el impulso y éxito de esquemas de sostenibilidad, manejo y salud ambiental, además de fortalecer la soberanía y autosuficiencia alimentaria y de salud pública de los grupos humanos. (Moreno, 2014:5)

nutricional y de beneficio, forman parte de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales.

Ha sido fundamental situar entre los hongos comestibles aquellas especies que permanecen en el ámbito humano, favoreciéndose de ellos. Uno de los más estudiados es el llamado Huitlacoche, un hongo comestible, muy popular entre los mexicanos desde hace varios siglos, aunque su imagen y uso han sufrido enormes cambios, sobre todo en tiempos recientes. México es el único país que lo consume desde épocas prehispánicas, y posee un conocimiento tradicional con una diversidad de usos tanto en la alimentación, como en forma de “remedios” para la salud.

3.4. Antecedentes de la investigación del huitlacoche

Como se expuso en el Capítulo III, en el Colegio de Posgraduados se produce conocimiento relacionado con las problemáticas de los grupos sociales del entorno regional y nacional mismo que es traducido en proyectos productivos, para poder ser transmitido y transferido a través de la vinculación a diferentes grupos sociales. Dichos proyectos corresponden a numerosas líneas de investigación que los propios científicos han originado, con el objetivo de responder a las demandas y necesidades de los diversos grupos sociales y a un Plan rector de vinculación.

Una de estas líneas se desarrolla en el CB-HCFM y va encaminada a realizar estudios de los hongos comestibles funcionales y medicinales. Como antecedente, el Dr. Martínez-Carrera *et al.*, (2010) expone que la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en México se ha desarrollado consistentemente desde 1933, como una agroindustria a la vanguardia del resto de los países latinoamericanos.

Las especies de hongos comestibles cultivados y sus presentaciones se han diversificado recientemente, por ejemplo el *Ustilago maydis*, que es un hongo parásito del maíz, el producto de su infección son las agallas o soros de huitlacoche. Es un producto fúngico consumido en México y sólo recientemente en algunos centros, empresas e instituciones de investigación, se ha

logrado desarrollar un sistema para su producción controlada, la cual representa retos biotecnológicos muy diferentes a los de otros hongos, debido a su tipo de desarrollo como hongo patógeno del maíz (*Zea mays*).

Huitlacoche en la obra “Historia de las cosas de la Nueva España”

Imagen 10. Fuente: “Historia de las cosas de la Nueva España”,
Escrita, traducida y editada por Fray Bernardino de Sahagún.
1540-1585.

“En el México prehispánico, el huitlacoche (*Ustilago maydis*) era tan apreciado que sólo los tlatoanis o gobernantes y sus familias podían comerlo. En nuestros días se sabe que es rico en proteínas, minerales, vitaminas y aceites esenciales, por lo cual es bien valorado en la gastronomía nacional y ha ganado adeptos en otros países” (Arqueología mexicana, 2019:30).

Castañeda de León *et al.* 2016, con base en documentos históricos y publicaciones relatan parte de la historia del cultivo de huitlacoche. “Los registros iniciales son de mediados del siglo XVIII (Christensen, 1963), documento que hasta la fecha se considera como uno de los primeros estudios para conocer la enfermedad del maíz”. (Castañeda de León, 2016:659). Posteriormente, en una primera etapa de investigación formal entre 1766 y 1987 se registran aportes importantes de científicos extranjeros en el desarrollo de las técnicas. De 1988 y hasta la fecha se ha avanzado en la investigación biotecnológica del desarrollo de las técnicas de producción controlada de huitlacoche.

Figura 2. Línea de tiempo

Investigación, huitlacoche.
Científicos mexicanos, en México

Fuente: Construcción propia, con base en información documental, 2020.

En la anterior línea de tiempo se ubican sólo las investigaciones realizadas por mexicanos en México, “la investigación sobre procesos para el estudio de la enfermedad y obtener agallas de huitlacoche inició en E.U.A., a principios del siglo XX. Subsecuentemente varios aspectos relacionados con las técnicas de producción se han estudiado paralelamente en México y E.U.A.”⁹ (Castañeda de León, 2016:659).

En México, los primeros trabajos para cultivar huitlacoche y utilizarlo como alimento fueron realizados por López-Aceves (1988) y la empresa Flores del Campo (1991) mientras que en E.U.A. por Thakur *et al.* (1989) y Pataky (1991). Paralelamente y de la misma manera, se han desarrollado amplios estudios para producir huitlacoche de forma comercial, en los años recientes en diferentes universidades y centros de investigación, tales como la Universidad Autónoma Chapingo, UACH; El Colegio de Postgraduados, CP; El Instituto de Ecología, INECOL; el Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN, Irapuato) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (Castañeda *et al.*, 2016: 659).

⁹ Existen diferencias importantes de investigación del huitlacoche en México y el extranjero que se deben tener bien claras: En el extranjero, Ustilago maydis se inocula en el maíz para investigaciones y estudios del patosistema. En México, en cambio, el Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales acuñó el término “producción controlada” para describir la inoculación para la producción controlada de huitlacoche con fines alimenticios. El huitlacoche hasta ahora sólo se produce en México, donde su consumo es endémico. (Martínez-Carrera, 2021).

En este país, han existido y existen empresas que han puesto un énfasis en la producción y formas de comercialización del huitlacoche. La demanda y nivel de tecnología han marcado el surgimiento, continuidad y cierre o fusión de empresas. En el siguiente apartado se comenta acerca de las empresas que comercializan huitlacoche.

Iniciamos con la empresa más antigua, Hongos Leben, fue fundada en 1974 bajo la dirección de Rodolfo Leben Stavar (hijo de José Leben Zdravie). Cuya historia ha sido narrada y escrita por el Dr. Daniel Martínez-Carrera y el Biol. Rodolfo Leben, Hernández (Martínez-Carrera, *et al.*, 1991a) actual dueño de la empresa, documento del cual se presenta el siguiente fragmento:

Lo primero que se construyó fue el laboratorio de producción de micelio o "semilla", el cual sería el más moderno del país. En la actualidad continúan produciendo solo champiñones, de hecho, no producen huitlacoche, pero se menciona porque esta empresa sirvió de modelo para otras empresas. Actualmente, todo el sistema de producción empleado en esta planta está basado en diseños originales de Leben Stavar, los cuales han funcionado con notable éxito y representan valiosas aportaciones de la técnica mexicana y a la industria moderna del cultivo de los hongos. La planta cuenta con uno de los mejores laboratorios de producción de micelio o "semilla". El área de producción consta de diferentes tipos de naves especializadas para la producción de diferentes variedades de hongos comestibles. (Setas y Shiitake). (Marínez –Carrera y Leben, 2017:3).

Cabe mencionar que actualmente Hongos Leben es la empresa líder en México en la producción y comercialización de diferentes variedades de hongos mejor conocidos como "hongos exóticos" (Martínez-Carrera y Leben, 2017). Esta empresa en la actualidad no produce huitlacoche.

Imagen 11. Imágenes tomadas de la reciente publicación acerca de la Historia de la empresa Hongos Leben (Martínez-Carrera et al., 1991^a)

Hongos seta, en producción.

Hongos seta, cosechados.

Desde hace poco más de dos décadas se inició una compañía productora de hongos, que ha generado una importante línea de comercialización en México y diferentes partes del mundo es la “Endotzi, una empresa familiar de origen otomí ha encontrado una importante oportunidad de negocio con el huitlacoche, se exporta envasado a España y Canadá; actividad que en el último año le ha generado ventas por casi dos millones de pesos”. (ENDOTZI, 2020:1)

Imagen 12. ENDOTZI, empresa productora y comercializadora del huitlacoche en México

Fuente: Tomada de su página web de la empresa ENDOTZI, 2020.

Las esporas negras del huitlacoche contienen compuestos fenólicos considerados antioxidantes importantes, pero “por su aspecto, el huitlacoche no es bien visto, en México es despreciado, pero tiene buena aceptación en el extranjero”, aclara Mariano Jacinto Esteban, representante general de la empresa. Endotzi nació en el municipio de Jiquipilco, en el Estado de México, en 1996, como

productora de setas para surtir el mercado local, pero fue a partir de 2010 que se acercaron a la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (Fumec) para analizar la exportación del huitlacoche. (ENDOTZI, 2020:1).

Por este acercamiento con la Fundación debieron mejorar la calidad y cantidad del producto cumpliendo con la normativa y generaron vinculación con instituciones para realizar transferencia tecnológica. La empresa Endotzi, “ha recibido asesoría técnica del Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, en el Estado de México, la Universidad Autónoma de Querétaro, el Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (del Instituto Politécnico Nacional), con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y la empresa española Hongos Biofactory y la de origen polaco BAT FORUM” (ENDOTZI, 2020:3). Acerca de lo cual los propietarios comentan:

“Trabajar con Fumec nos dio lo que buscábamos como productores del campo con aspiraciones de mercado internacional. Nos facilitaron la oportunidad de conocer el mercado canadiense a través del programa TechBA e ingresar al mercado español, donde posiblemente abramos una oficina; tenemos también opciones de negocio en Centroamérica y Asia”. En la actualidad Endotzi, que significa en lengua otomí *pulque en granizado*, produce alrededor de 100 toneladas anuales de huitlacoche y todo se envasa para exportación, con ventas cercanas a los dos millones de pesos. (ENDOTZI, 2020:3).

Otra compañía de larga e importante trayectoria es la empresa Monteblanco, que fuera fusionada a la empresa Hongos de México, S.A., quienes en la actualidad han implementado un método eficaz y con buenos resultados de producción masiva de huitlacoche para fines alimentarios. De igual forma existen productores y cooperativas en los Estados de Guanajuato, Hidalgo, México, Morelos, Puebla y San Luis Potosí que producen en forma relativamente regular, huitlacoche fuera de temporada.

En entrevista con el Dr. Hermilo Leal Lara (2018), investigador de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), mismo que participa desde hace tres años en colaboración con la empresa Monte Blanco, en conjunto con un equipo de biotecnólogos, químicos y biólogos en el desarrollo de un esquema de producción controlada de huitlacoche. Esquema que ha permitido cultivarlo de forma intensiva durante todo el año.

Imagen 13. Logo de la empresa Monteblanco.

Fuente: Pagina WEB de la empresa Monteblanco

En el marco del XI Congreso Nacional de Micología, en una entrevista de la Agencia Informativa Conacyt, el Dr. Leal habló acerca de su trabajo reciente en la producción de huitlacoche, comentando lo siguiente:

Desde hace tiempo hubo intentos de producir huitlacoche de manera controlada, pero únicamente se lograba en las épocas donde se tenía producción de maíz; nosotros desarrollamos un proceso de producción continua durante todo el año, es decir, un campo donde se produce maíz infectado con huitlacoche para tener una producción continua que lo convierta en un producto estandarizado comercialmente (Leal, 2015:3).

Acerca de esto, Castañeda de León (2016) y otros investigadores, explican lo referente a los trabajos que se han realizado para conseguir cultivar el huitlacoche en forma intensiva, con carácter controlado:

Para todas estas pruebas han sido evaluados muchos fenotipos de maíz dulce para la inducción de agallas, identificándose variedades con buena susceptibilidad a la infección por lo tanto ser adecuados para la producción de huitlacoche. Para la producción debe tomarse en cuenta algunos factores para elegir el maíz idóneo para el cultivo controlado de huitlacoche, son: la incidencia de la infección, la severidad y el rendimiento. Los maíces híbridos son genéticamente más uniformes y se obtienen mejores resultados, en cambio en el caso del maíz criollo, éste puede representar desventajas importantes debido a su heterogeneidad genética y fenotípica (Castañeda, *et al.*, 2016: 638).

De igual forma este científico, habla de las experiencias de otros investigadores quienes con base en sus avances de investigación en la biotecnología del huitlacoche, han desarrollado diferentes líneas de investigación utilizando el *Ustilago, maydis* como modelo biológico, en

ensayos relacionados con ADN, en diferentes tópicos de biología molecular y celular, en estudios de interacción parásito-hospedero, en trabajos de resistencia a pesticidas y en otras aplicaciones biotecnológicas (Ruiz-Herrera y Martínez Espinosa, 1998; Banuett, 1995; Kronstad, 2003. Citados por Castañeda, 2016:659).

La producción de huitlacoche de forma inducida es una actividad que ha venido desarrollándose desde 1997 con los trabajos del Dr. Clemente Villanueva, (1997 y 1999) mismos en los que el Dr. Martínez-Carrera participó como editor de la publicación de dichos artículos. Y una actividad similar también fue realizaba en el CINVESTAV-Irapuato, artículo citado en dichas publicaciones, sus avances son parte del proceso de la innovación en técnicas de inoculación (Martínez-Carrera, 2021).

En años recientes los consumidores buscan beneficios adicionales en los alimentos que además de proporcionar nutrientes ayuden a mejorar la salud o reducir el riesgo de contraer enfermedades. Este tipo de alimentos se denomina “alimentos nutraceuticos”. Rosalba Beas *et al.*, (2011) consideran al huitlacoche como un alimento nutraceutico, debido al nivel de oligosacáridos y fibra dietética contenida; estos compuestos han demostrado su efectividad en la prevención del cáncer de colon. La concentración de compuestos fenólicos hace del huitlacoche un alimento ideal y preventivo para enfermedades crónico-degenerativas. (García, 2014:13)

El mercado de huitlacoche cultivado cambió el paradigma de un mercado de recolección a un mercado en primer lugar de nichos y actualmente a un mercado de mayor magnitud debido al avance en técnicas de inoculación. “La producción de huitlacoche representa una nueva forma de hacer negocios agrícolas, para convertirse en productor se necesita la superación de barreras tecnológicas, un mejor entendimiento del proceso fisicoquímico de la planta del maíz, así como una fuerte capitalización para la inversión en la producción” (García, 2014:14).

Precisamente por esas experiencias de investigadores en laboratorios, empresas y diversos espacios, se han logrado avances importantes en la forma de producción, en el ciclo de crecimiento, en las variedades de maíz más o menos susceptibles, en el contenido nutricional, en

el conocimiento de la estructura vegetativa, los usos y relaciones con la biodiversidad y el hombre, etc., resultados con base en los cuales el equipo de investigación del CB-HCFM, desde la perspectiva de Martínez-Carrera y otros investigadores, consideran a los “hongos comestibles funcionales y medicinales como modelo de estudio: fuente inagotable de alimentos y novedosos compuestos bioactivos” (Martínez-Carrera *et al.*, 2016:587).

3.4.1 Proceso productivo de hongos y el aprovechamiento de residuos

En este apartado, se expone la importancia de la producción de hongos comestibles, el Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles Funcionales y Medicinales del *Campus*, Puebla, del Colegio de Posgraduados (CB-HCFM) el INECOL y otras instituciones y empresas, están realizando la función de producir inóculo suficiente para satisfacer en parte la demanda de los productores de su región. Pero a pesar de ello, los productores, motivados por esa alta demanda de inóculo, falta de proveedores cercanos y en consecuencia altos costos de transportación, han organizado grupos de pequeños productores de inóculo, con el propósito de cubrir la demanda de cultivadores locales.

La problemática de instalar laboratorios rurales desde la perspectiva de Mata y otros investigadores es que, los pequeños grupos de productores tienen limitaciones en infraestructura, mano de obra no calificada, mínimos conocimientos en el área, y poca vinculación con las instituciones, por lo tanto, la producción de inóculo generalmente es de baja calidad, factor que representa una de las claves para el éxito en la producción de hongo. Puesto que dicha calidad estará determinada por el tipo de grano, la cepa, el método y condiciones de preparación. Además, para impulsar la producción y venta de éste, se debe contar con las normas de calidad que aseguren una producción exitosa (Mata, *et al.*, 2016).

Un elemento significativo del cultivo de hongos es que, genera una buena cantidad de residuos mismos que se ha probado representan una fuente inapreciable para la elaboración de diferentes tipos de abonos, que son aprovechados en todo tipo de cultivo por que aportan una cantidad sustancial de nutrientes.

Las diferentes investigaciones realizadas acerca del proceso productivo de los hongos comestibles conocidos comercialmente como “setas” (*Pleurotus*), han impulsado la evaluación de una gran cantidad de residuos lignocelulósicos¹⁰ que son tan diversos como, las pajas de cereales, los subproductos de la cosecha del café, de la caña de azúcar, del maíz, cascarillas, entre otros. Las investigaciones se han enfocado a temas como la optimización de residuos agrícolas como sustrato de cultivo. México, al ser un país con una alta generación de residuos orgánicos, representa una ventaja para el cultivo de estas especies.

En la actualidad la producción de hongos comestibles frescos representa una industria generadora de abundantes residuos orgánicos. “Se calcula que en México después del cultivo de hongos se producen más de 600 000 ton de estos residuos que pueden ser usados para generar más de 300 000 ton de abono orgánico, lo que representa una alternativa de aprovechamiento y valoración del sustrato residual del cultivo de hongos” (Mata *et al.*, 2016:704).

Otro ejemplo de abono es el tipo “*bocashi*”,¹¹ el cual es de origen japonés y se ha adoptado en México y otros países empleando diversos ingredientes disponibles tales como rastrojo, estiércol, carbón, salvado, entre otros”. (Sasaki *et al.*, 1994; Soto, 2003; Soto y Meléndez, 2004, citados por Mata, 2016:704). “Recientemente, se ha utilizado el compost¹² residual obtenido del cultivo de champiñón, con el propósito de obtener un abono de buena calidad y con excelentes rendimientos para su utilización en la producción de plántulas bajo condiciones de vivero” (Mata, 2016:704).

El cultivo de hongos comestibles no es solamente una práctica agrícola ancestral, sino una actividad que en la actualidad requiere de conocimientos tecnológicos y científicos de vanguardia. El proceso completo del cultivo de especies comestibles y medicinales se ha desarrollado con el apoyo de disciplinas como la microbiología, la fisiología, la genética y

¹⁰ Lignocelulosa se refiere a la “materia seca vegetal (biomasa), llamada biomasa lignocelulósica. Es la materia prima más abundante disponible en la Tierra para la producción de biocombustibles, principalmente bioetanol. Relativo a la lignocelulosa, es decir a la combinación de lignina y celulosa que fortalece las células de determinadas especies vegetales, en especial las forestales”. (Diccionario Real Academia, 2020)

¹¹ Bocashi es un “tipo de abono orgánico que funciona como un activador de las rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas. Además, sirve como protección, y mejora la penetración de los nutrientes en los suelos destinados para el cultivo”. /Guía, 2017).

¹² El compost, es un “producto obtenido a partir de diferentes materiales de origen orgánico, los cuales son sometidos a un proceso biológico controlado de oxidación, en el cual la materia vegetal y animal se convierte en abono” (Universidad de Quintana Roo, 2001).

la Ingeniería industrial. La producción de alimentos para consumo humano a partir de desechos agrícolas o de un manejo forestal adecuado y la obtención de hongos medicinales y de sus sustancias bioactivas, constituyen una aportación significativa a la solución de algunos de los aspectos más importantes para lograr un desarrollo verdaderamente sustentable. Los hongos comestibles serán sin duda por sus beneficios a la salud uno de los elementos más importantes en la alimentación de la humanidad en virtud de que el mercado demanda la producción de alimentos obtenidos a través de procesos orgánicos o biológicos. (Mata *et al.*, 2016: 713).

Por lo tanto, el cultivo de hongos cualquiera que sea su uso en la actualidad representa una alternativa viable frente al problema de la autosuficiencia alimentaria y la salud en nuestro país, más aún si tomamos en cuenta, por ejemplo, las condiciones climáticas favorables y la cantidad y variedad de materiales que pueden ser empleados como sustratos para su producción.

Finalmente con base en lo expuesto a lo largo de éste capítulo, en el Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla, así como en otras instituciones, con el fin de avanzar en investigación en el tema de los hongos y con base en sus intereses y necesidades, crearon un área o línea de investigación enfocada al estudio de los hongos comestibles, quehacer que los ha llevado a reconocer y realizar pruebas y experimentos necesarios para demostrar que los hongos comestibles poseen una gran importancia económica, nutricional, alimenticia y cultural.

Por lo anterior para esta investigación, se toma como estudio de caso un proyecto que planeó el CPP en el campo de los hongos comestibles enfocado al huitlacoche, hongo que resulta de la combinación de un hongo comestible *Ustilago maydis* (DC.) Corda) y la semilla de la planta de maíz, (*Zea mays* L.) se trata de una relación huésped (maíz)-parásito (hongo), ambos de gran importancia alimenticia, económica y cultural para nuestro país. Tema que será desarrollado en el siguiente capítulo.

3.5. Reflexiones del capítulo

Una actividad sustancial de las instituciones es la producción de conocimiento, mismo que para tener una validación de sus resultados, y poder aplicarlo es necesario transmitirlo a los diversos grupos sociales, y experimentar hasta obtener el resultado esperado.

Por esta razón la actividad de vinculación es imprescindible. La forma, extensión y estrategias de la vinculación dependen del objetivo y característica de cada institución. En algunas la política interna destaca que los investigadores deben cumplir actividades de docencia, y servicio, por lo que están obligados a generar espacios y estrategias de comunicación con los grupos sociales, no solamente para validar sus resultados de investigación bajo un método experimental, sino también para transferir tecnología aplicada y de esa forma beneficiar a los grupos sociales a los que se les transmite el conocimiento.

La función de transferencia conlleva estrategias con múltiples funciones cuyo resultado permita asegurar la disponibilidad de financiamiento y apoyo en enlaces con la sociedad, a través de instancias gubernamentales y educativas.

El tema histórico de la investigación de los hongos comestibles es relevante porque los datos muestran que existe toda una trayectoria antes y después de formalizar la investigación en el campo de la micología, que ha dado lugar a pequeños avances, pero sustanciales. Además, porque sirve de punto de partida para la presente investigación en la cual se abordará las características y virtudes del huitlacoche, como estudio de caso para un posible proceso de construcción de una red de conocimiento.

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DE CONOCIMIENTO CON PRODUCTORES DE HUITLACOCHÉ DEL VALLE DE PUEBLA

Introducción

Para ubicar la forma en cómo se configuran los procesos de construcción de redes de conocimiento entre investigadores de instituciones públicas, productores del entorno e instancias gubernamentales, tomamos como estudio de caso: la estrategia de vinculación denominada “Producción controlada de huitlacoche”, diseñada y ejecutada por el CB-HCFM del *Campus* Puebla del Colegio de Postgraduados, dirigida a los productores de huitlacoche del entorno, con el objeto de reconocer el flujo de conocimiento, entre los actores participantes, mismo que se refleja en sus formas de interacción y colaboración con diversos fines.

Por lo anterior, en el presente capítulo primero se indica la metodología utilizada para lograr el objetivo de esta investigación; segundo, se establecen los antecedentes del trabajo de investigación que llevó a los investigadores del CB-HCFM a proponer esta estrategia de vinculación; en tercer término, se ubican los mecanismos de vinculación que el Colegio organizó con otras instituciones gubernamentales para establecer una vía de colaboración con el propósito de transferir tecnología, aplicarla y generar un beneficio en comunidades rurales. Por último, se presenta el desarrollo y los resultados de la colaboración entre la institución de investigación y los productores.

4.1. Metodología

De los enfoques expuestos acerca de la transmisión de conocimiento y la construcción de redes entre diferentes actores, se desprende la necesidad de conocer los tipos de procesos que se generan por la interacción, sus formas de operación y las estrategias de vinculación entre actores sociales. Aquellos factores que induzcan a conocer como se dan los procesos de configuración de una red de conocimiento entre investigadores de una institución pública de investigación y los productores del entorno.

Un aspecto central para la metodología empleada es caracterizar los procesos relevantes que se manifiestan en las relaciones entre sociedad y producción de conocimiento.

Para observar a los diferentes actores (individuales e institucionales) y los procesos que se dan a través de modalidades de interacción y funciones específicas, en los procedimientos para la transmisión de conocimiento, en principio se reconocieron los tipos de acciones de diseminación del conocimiento desde el sistema científico hacia los actores. En seguida se ubicaron las estrategias de vinculación y transferencia de conocimiento científico y tecnológico hacia los productores involucrados y se establecieron los canales socializadores como: medios de comunicación masiva y el sistema educativo.

De igual forma se observó a los productores al momento de recibir y aplicar el conocimiento, qué nivel de intervención tuvieron y si hubo algún tipo de adopción o apropiación del proceso tecnológico transmitido, y con base en ello, ubicar los procesos para la configuración de una red de conocimiento.

Con la utilización de esta metodología para la obtención de datos, se enfocó en primera instancia a la revisión de documentos en soporte físico y electrónico que dieron cuenta de los antecedentes y avances de investigación en la biotecnología del proceso productivo del huitlacoche en la Institución pública de investigación.

Posteriormente con observación en recorridos de campo en la zona, y recabar información primero con entrevistas personales y después con instrumentos de investigación, como entrevistas semi – estructuradas, aplicadas en primer instancia a investigadores y técnicos del Colegio de Posgraduados, *Campus* Puebla y enseguida a productores de las comunidades campesinas del Valle de Puebla, que participaron en el proyecto.

La información recabada se sistematizó y con base en ella, se elaboraron representaciones gráficas empleando la teoría de grafos, que permitió ubicar las interrelaciones entre los

integrantes del grupo de investigación para la estrategia de vinculación “Producción controlada de huitlacoche” del CB-HCFM.

Tomando en cuenta que una red social se define como el conjunto de actores y sus relaciones. En términos de teoría de grafos una red “G” está constituida por dos conjuntos: A y V, en donde: el conjunto “A” representa los nodos y el conjunto “V” representa los vínculos o lazos; donde la unidad más pequeña de una red es el nodo (Wasserman & Faust, 1994).

En la presente investigación partimos de que el objeto de estudio son los actores relacionados con el tema del Proyecto del Huitlacoche, por lo que, sus interrelaciones están constituidas por vínculos de colaboración entre ellos. En primer lugar, para obtener un listado de posibles actores de interés y posteriormente de manera directa por medio de entrevistas se recabó la información relacional de éstos actores, con base en la cual sería posible construir la red.

a) Construcción de la red

A partir de las entrevistas se obtuvo información de los actores y sus relaciones, misma que se empleó para la construcción de una matriz de adyacencias. Los actores fueron clasificados y codificados con claves considerando las iniciales del nombre de cada actor. Esta matriz se recomienda para redes de menos de 30 actores y donde las relaciones no son ponderadas.

b) Análisis gráfico y de indicadores

Los datos relacionales fueron procesados en el programa Ucinet 6 para generar los gráficos de las redes e indicadores, se utilizó el programa Gephi para la edición de los gráficos y la aplicación KeyPlayer2 para la identificación de actores clave. Se realizó un análisis gráfico que constituye el primer acercamiento para conocer la red, éste se complementó con el análisis de los indicadores básicos de la red: número de actores, número de relaciones, densidad, índice de centralización, índice de fragmentación e índice de poder de Bonacich.

Densidad. La densidad de un grafo, expresa la proporción de vínculos relacionales presentes en la red. (Wasserman & Faust, 1994). En la siguiente fórmula la D : densidad de la red, L : vínculos presentes, N : Número total de nodos.

$$D = \frac{L}{N(N - 1)} * 100$$

Una densidad de 100% indica que todos los actores están relacionados entre sí; mientras que una densidad de 0% indica que todos los actores se encuentran sueltos.

Índice de Centralización. El índice de centralización se calcula con la siguiente fórmula, donde d : grado de cada actor, D : grado máximo de un actor del grafo, y N : número total de nodos (Wasserman & Faust, 1994).

$$C = \frac{\sum(D - d)}{[(N - 1)(N - 2)]}$$

El índice de centralización tomará valores entre 0 y 100%, 0% cuando el grafo no está centralizado por ningún actor o grupo de actores, y 100% cuando el grafo está centralizado por un actor o un grupo de actores que concentran la información de la red.

Fragmentación. Es la posibilidad de que al remover a uno o más nodos intermediarios la red se divida en dos o más componentes. El índice de fragmentación es útil para identificar actores que tienen un papel de puentes o intermediarios en la red, además puede ser un indicador general de la red que da cuenta del estado inicial para compararlo con un estado final de la red (Wasserman & Faust, 1994).

Poder de Bonacich. Este indicador es una medida de popularidad de un actor, un nodo con alto nivel de este indicador está conectado a nodos que a su vez están bien conectados considerando la dirección de las relaciones. Este indicador es una medida de influencia que un actor puede tener sobre otros actores vía directa o indirecta, es una medida de centralidad e indica qué tan importantes son los actores con base en sus relaciones de entrada y de salida, además considera las relaciones de los actores a los cuáles está conectado (Bonacich, 1987).

Los indicadores fueron de utilidad para identificar a los actores clave en la red, los que tienen mayor centralidad en la red, son actores intermediarios y actores líderes por tener relación con otros actores de importancia por sus colaboraciones en el tema.

Esta metodología será usada para identificar los diferentes actores y sus interrelaciones con base en una estrategia de vinculación desarrollada e implementada por el CPP.

Por lo anterior a continuación, se expondrá cómo el equipo de investigadores del CPP planeó, desarrollo e implementó en las comunidades del Valle de Puebla, un programa productivo.

4.2. Antecedentes de la estrategia de vinculación programa “La producción controlada de huitlacoche” del CB-HCFM.

Como antecedente se retomó la información de Reyes, *et al.* (2012) relativo al desarrollo de la investigación de hongos comestibles en centros públicos de investigación y desarrollo de México y con base en esos resultados se ubicó a instituciones que a lo largo de cuatro décadas han mantenido una labor constante en la investigación enfocada en hongos. Los resultados mostraron que entre estas, destacaba el Colegio de Posgraduados, *Campus*, Puebla, con el Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles Funcionales y Medicinales (CB-HCFM) mostrando antecedentes y logros consistentes en la investigación de los hongos comestibles.

En la mencionada institución desde hace más de tres décadas han desarrollado una amplia investigación biotecnológica para la producción de hongos comestibles funcionales y medicinales, cuyos resultados buscan transmitir a grupos de productores de diferentes regiones, acción que en algunos casos ha creado una importante línea de vinculación con grupos sociales.

Por lo anterior el CB-HCFM constantemente está proponiendo programas productivos para la transferencia de tecnología a diferentes grupos sociales, como una forma de vinculación y para validar y reforzar sus investigaciones. Una de las estrategias de vinculación denominada la “Producción controlada de huitlacoche” se implementó durante el periodo de 2016-2019 en comunidades rurales de Puebla, Oaxaca y Veracruz. Estrategia diseñada y ejecutada por el Dr.

Daniel Martínez-Carrera, en el marco del proyecto FORDECYT 273647, “destinada a fortalecer la competitividad de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales, en los Estados de Puebla, Veracruz y Oaxaca, mediante el desarrollo e implementación de procesos biotecnológicos para la producción de semilla mejorada” (FORDECYT,2016:2), el cual fue financiado con fondos concurrentes líquidos del CONACYT, SAGARPA (actualmente SADER), y del CP.

Para esta tesis se toma como área de investigación la región de Cholula Puebla, la cual cobra importancia, en principio por que está enclavada en una zona que se considera centro originario del maíz y también porque durante el periodo de 1967 a 1992 se desarrolló un programa productivo de maíz, el llamado “Plan Puebla” en el cual uno de sus objetivos, fue diseñar un proyecto estratégico para lograr un incremento rápido del rendimiento del maíz por hectárea y por lo tanto generar un impacto en los ingresos agrícolas de los productores. Su área de operación se localizó en 32 municipios del Estado de Puebla en los Valles de Huejotzingo, Cholula, San Martín Texmelucan y Acajete (Cano, 1971: 36).

Amplias planicies conformaron el área de trabajo del Plan Puebla. De una superficie de 116 800 ha, de estas 80,000 ha, se dedicaron a la producción de maíz bajo condiciones de temporal y con rendimientos promedio de 1,300 kg/ha. La población agrícola fue de 43,300 productores quienes disponían de un promedio de 2.7 ha por familia. Los resultados, mostraron que técnicamente por la diversidad ecológica, calidad de la mano de obra y conocimiento tradicional, era posible duplicar y triplicar los rendimientos (Jiménez *et al.*, 2016:8). Cabe mencionar que dicho Plan Puebla, generó cambios en las prácticas productivas de los productores de maíz de la región, ampliando zonas de producción y mantuvo su característica como región originaria del maíz.

Lo anterior cobra relevancia en el sentido de que el huitlacoche es un subproducto que para producirse requiere de asegurar un estándar en calidad y cantidad en la producción de planta de maíz, además de la disposición de mano de obra calificada, condiciones que sustentó la

estrategia de vinculación del CB-HCFM, para realizar pruebas de producción intensiva y controlada de huitlacoche.

Imagen 14. Huitlacoche

Fuente: Colegio de Posgraduados, 2019.

El antecedente, acerca de cómo surgió la idea para desarrollar la estrategia de vinculación para producir huitlacoche de forma controlada, fue con base en importantes estudios acerca del tema, desarrollados por alumnos de posgrado al interior de la Institución. En relación a lo cual, el Dr. Martínez-Carrera, como coordinador general en entrevista personal comenta que:

“Fue resultado de una línea de investigación que inició en 2007, con el desarrollo de una tesis doctoral de Leticia Calderón, en el Programa de Postgrado en Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional del *Campus* Puebla, 2010. Caracterización clásica y molecular del huitlacoche, (*Ustilago, maydis* (DC.) Corda), hongo de importancia social y económica en la región central de México. De igual forma los investigadores valoraron datos técnicos y socioeconómicos obtenidos de investigaciones en diferentes instituciones y que abarcaron gran parte de los aspectos del proceso productivo, publicados por Martínez-Carrera, *et al* (2016)”. (Martínez-Carrera, comunicación personal, 2019).

La estrategia de vinculación denominada “La producción controlada de huitlacoche” como se observará en forma gráfica, (ver Fig. 1), fue desarrollada en primera instancia por investigadores del Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales del *Campus* Puebla del Colegio de Postgraduados (CB-HCFM), constituido por ocho actores, siete del Campus, Puebla y uno de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), quienes conformaron una red de colaboración, en el marco del Proyecto CONACYT-FORDECYT 273647 “Estrategia para fortalecer la competitividad de la cadena agroalimentaria

microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales”, en los Estados de Puebla, Veracruz y Oaxaca, mediante el desarrollo e implementación de procesos biotecnológicos para la producción de semilla mejorada.

Por lo anterior el Dr. Isaac Tello (2020), como integrante invitado al grupo interinstitucional de investigación del CB-HCFM, ya que obtuvo su doctorado en el Programa de Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional en *Campus* Puebla del CP y en calidad de investigador asociado contratado por el proyecto CONACYT-FORDECYT 273647, comenta acerca del inicio del proyecto para la producción intensiva de huitlacoche:

“Como antecedente, este proyecto es parte del resultado del trabajo genético en el Colegio de Postgraduados con la obtención de “cepas infectivas de referencia” en el año 2011 y de las pruebas de campo realizadas de 2013 al 2015, en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos” (Tello, 2020).

En la gráfica 4, se pueden observar líneas que conectan a los investigadores del CB-HCFM, e indican las relaciones de colaboración entre los mismos. Como se puede apreciar la mayoría de las relaciones son recíprocas, es decir que los investigadores participaron equitativamente en la elaboración del proyecto. El desglose de las siglas para identificar a los actores en la gráfica de red 3, son: Daniel Claudio Martínez Carrera (DCMC); Isaac Tello Salgado (IST); Porfirio Morales Almora, (PMA); Yesica Mayet V. (YMV); Joaquín Morales Sánchez (JMS), Kaori Casares C. (KCC); Mercedes Sobal Cruz (MSC); Abel Gil Muñoz (AGM).

Gráfica 3. Red de colaboración al interior del grupo de investigación en el CB-HCFM del Campus Puebla del Colegio de Postgraduados.

Nota: Actores en color azul y lila pertenecen al CP Puebla, y en anaranjado pertenece a la UAEM.
Fuente: Reyes, R. 2021.

En el siguiente cuadro núm. 7 se aprecian los principales indicadores de redes sociales. El número de nodos y el número de relaciones determinan la densidad de la red. Debido a que la mayoría de los actores tienen buena colaboración entre ellos, en la red la densidad es alta 87.5% y el índice de centralización es del 14.29%, esto significa que la red está centralizada por unos cuantos actores en un 14.29%.

Cuadro 7. Indicadores básicos de la red de colaboración

Indicador	Valor
-----------	-------

Nodos	8
Relaciones	49
Densidad	87.5%
Centralización de entrada	14.29%

Fuente: Reyes, R. 2021.

En el cuadro 8, se aprecian a los actores con su indicador de poder de Bonacich, el cual nos muestra el poder que cada uno de estos investigadores tiene por sus relaciones de colaboración. Los actores DCMC e ITS tienen el valor más alto, lo que los ubica como actores clave en la colaboración en torno al proyecto.

Cuadro 8. Poder de Bonacich normalizado de los actores de la red de Colaboración en el CP

Actores	Poder de Bonacich
DCMC	1.112
PMA	0.973
MSC	0.973
AGM	0.976
ITS	1.112
JMS	0.995
KCC	0.995
YMM	0.837

Fuente: Reyes, R. 2021.

Con ayuda del programa Key Player se identificó a los actores clave como colaboradores e intermediarios. Los principales actores fuentes de colaboración fueron Daniel Martínez – Carrera e Isaac Tello, la totalidad de actores de la red tienen acceso a estos actores a dos pasos. El

actor intermediario de la red es DCMC, de desaparecer este actor la red se fragmentaría en 26.8%.

Es importante reconocer la labor de este actor de generar redes colaborativas, ya que al ser el promotor la Estrategia de Vinculación del CB-HCFM promovió una amplia colaboración con otros actores generando la red actual con posibilidades de que ésta permanezca a pesar de su eventual salida del proyecto.

Con este antecedente del trabajo en colaboración al interior del grupo de investigación del BC-HCFM del *Campus*, Puebla del Colegio de Postgraduados. Enseguida se ubicará la zona para la investigación de esta tesis, y las comunidades participantes.

El proyecto inició en 2016, con una prueba piloto para la producción controlada del huitlacoche, aplicada en seis comunidades del Valle de Puebla que se muestran en la imagen 13, mapa municipal del Estado de Puebla, en el cual son ubicadas por número de referencia y son:

Del Valle Alto

- 1.- San Nicolás Zecalacoayan, Chiautzingo
- 2.- Guadalupe Zaragoza, Tlahuapan
- 3.- San Miguel Tianguistenco, Tlahuapan

Del Valle Bajo

- 1.- CBTA de San Andrés Calpan, Calpan
- 2.- San Mateo, Capultitlán, Huejotzingo
- 3.- Santa María Zacatepec, Juan C. Bonilla

El Valle de Puebla se eligió para este estudio por dos razones, una, que esta región es considerada punto de origen del maíz que a su vez es base para el cultivo del huitlacoche y dos porque ahí se encuentran las instalaciones del Colegio de Postgraduados, en el cual el CB-HCFM desarrollo la estrategia de vinculación con los productores del entorno, para la producción controlada de huitlacoche, Por lo tanto con base en el objetivo la investigación de tesis, esta condición permite determinar y analizar la estrategia de vinculación que un Centro público de investigación como el CPP puede generar con los productores de su entorno.

Imagen 15. Mapa municipal del Estado de Puebla que ubica las comunidades participantes en el proyecto

Fuente: INEGI, 2019.

Las comunidades que se señalan en el mapa anterior participaron en esta primera fase del proyecto, acción que representó para los investigadores del CB-HCFM una buena estrategia de vinculación y acercamiento, con productores. En esta etapa de prueba, las parcelas demostrativas de producción fueron manejadas básicamente por el equipo del CPP, con asistencia de productores, mostrando muy buenos resultados, mismos que fueron observados tanto por los productores que colaboraron en forma directa, como por los habitantes de las comunidades aledañas.

La estrategia de vinculación denominada “Producción controlada de huitlacoche” forma parte de un proyecto estratégico más amplio y a largo plazo del CB-HCFM, sobre Ciencia, Tecnología e Innovación para la Producción Controlada de Huitlacoche Poblano en el Estado de Puebla, con Altos Estándares de Inocuidad y Calidad¹³.

¹³ Este proyecto implicaba: Desarrollo de infraestructura científica y equipamiento especializado; Investigación y desarrollo tecnológico aplicado; formación de recursos humanos, difusión y divulgación de resultados. Que fue posible implementar porque fue financiado por el programa FORDECYT del CONACYT en el Colegio de Postgraduados, durante el período 2016 a 2021 (FORDECYT Demanda, 2016).

La estrategia, el proyecto y las innovaciones fueron presentadas a la sociedad mexicana en un evento *exprofeso* denominado “La Cosecha del Huitlacoche en Puebla: el Manjar Prehispánico de México”, el cual se llevó a cabo, por primera vez en el país, en la Casa de los Muñecos, en pleno Centro Histórico de la Ciudad de Puebla, el martes 29 de agosto del 2017. Al evento asistieron más de 50 representantes de los principales restaurantes e instituciones gastronómicas de la ciudad de Puebla, productores capacitados por el CP, diversos comercializadores de alimentos, y los medios de comunicación. El magno evento estuvo presidido por el Ing. Hilario Valenzuela Corrales, Delegado en Puebla de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); el Dr. Juan Alberto Paredes Sánchez, Director del *Campus* Puebla del CP; el Dr. Gary Enrique González Rosas, Subdirector de Coordinación Estatal y Promoción de la Ciencia, Tecnología e Innovación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); el M.C. Mauricio Mora Pérez, Gerente de la Fundación Produce Puebla, A.C. (FUPPUE); el Lic. Marco A. Vázquez Corona, Director de Desarrollo de Programas del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla (CONCYTEP); y el Dr. Daniel Claudio Martínez Carrera, Profesor del CP y Responsable técnico del Proyecto CONACYT-FORDECYT 273647. Esto puede apreciarse en las siguientes imágenes 16 y 17, (cortesía de D. Martínez-Carrera):

Imagen 16 y 17. Evento “La Cosecha del Huitlacoche en Puebla: el Manjar Prehispánico de México”, Puebla, Pue., agosto de 2017.

El proyecto estratégico FORDECYT - 2734647 planteó como objetivo general:

Fortalecer el desarrollo productivo y competitivo de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en los Estados de Puebla, Veracruz y Oaxaca, mediante el impulso de las capacidades científicas y la generación de procesos biotecnológicos para la producción a gran escala de semilla mejorada, el aprovechamiento de los recursos genéticos bajo resguardo de los centros e institutos de investigación, entre los que se encuentran: los champiñones (*Agaricus*), las setas (*Pleurotus*), el huitlacoche (*Ustilago*), el shiitake (*Lentinula*), las repisas (*Ganoderma*) y el maitake (*Grifola*)¹⁴, y por medio de la capacitación y formación de recursos humanos especializados, la realización de proyectos conjuntos entre las instituciones participantes en vinculación con el sector productivo. (FORDECY, Demanda 2016:6).

Con base en el cual la imagen 18, muestra las especies de hongos comestibles estudiadas por los investigadores, para dar sustento al objetivo del proyecto.

Imagen 18: Especies de relevancia económica y nutritiva y medicinal, como base del proyecto presentado por el COLPOS ante el FORDECYT en 2016

Lentinula edodes (Berk)
Pegler, Shiitake.

Grifola frondosa (Dicks.)
Gray, Maitake.

¹⁴ En esta lista se presenta primero el nombre común y entre paréntesis el género de cada especie. CONACYT, FORDECYT, 2016-01.

Pleurotus ostreatus (Jacq.)
P. Kumm. Setas.

Pleurotus ostreatus, (Jacq.)
P. Kumm, Seta blanca.

Ganoderma lucidum
(Leyss. ex Fr.) Karst, Reishi.

Agaricus bisporus (J.E Lange)
Pilat, Champiñón.

Las especies mencionadas, en las anteriores imágenes conformaron el objeto de investigación de este proyecto. Estas especies de hongos se encontraron relevantes, debido a que los avances alcanzados hasta el momento en investigación biotecnológica, han llevado a comprobar una gama muy amplia e importante de características alimenticias, nutricionales, medicinales y económicas de cada especie, por lo tanto, se considera que su conocimiento y desarrollo podría reforzar la cadena productiva en el campo de los hongos comestibles, para su producción y economía. Además, con estos resultados buscan poder influir en las políticas para que se incluyan como parte de la norma de calidad de alimentación en el país.

Con base en los resultados logrados por el grupo de investigación del CB-HCFM, en este proyecto y por la naturaleza de función de la institución con relación a la vinculación que normalmente deben desarrollar, el paso siguiente fue iniciar una vía de comunicación entre el

Colegio de Postgraduados y otras instancias de gobierno y privadas, cuyo conocimiento y aceptación, despejaría el camino para la implementación del programa en la región propuesta.

En el capítulo I, se planteó el uso del concepto de redes de conocimiento como base para el análisis de los resultados de esta investigación, en la que se hizo referencia a la importancia de la relación universidad-gobierno en la generación y transferencia del conocimiento. Acerca de lo cual Casas y Luna (2011), comentan:

Las redes son estructuras orientadas al abordaje y (eventualmente) a la solución de problemas comunes, que cruzan barreras organizativas, sectoriales, institucionales, culturales y territoriales y vinculan actores de diferentes entornos institucionales. Para construir y alcanzar metas comunes, las redes dependen de la comunicación y el flujo de información, e implican una tensión entre la cooperación y el conflicto, derivados de intereses, recursos y necesidades diversas. (Casas y Luna, 2011:121).

Con base en el anterior planteamiento se comentará en el siguiente apartado, acerca de la importancia de la relación que para ejecutar esta estrategia de vinculación que se estableció entre el grupo de investigación del CB-HCFM, con varias Instituciones de gobierno de México y locales.

4.3. Relación gobierno-institución

A continuación, se referirá la estrategia de vinculación que los investigadores del CB-HCFM llevaron a cabo, para incentivar la relación con entidades de gobierno y otras instituciones para la obtención de apoyos encaminados a la ejecución de la estrategia.

Después de varios años de investigación de laboratorio y pruebas en campo, el grupo de investigación del CB-HCFM como ya se mencionó, organizó el evento “Cosecha de huitlacoche en Puebla: El manjar prehispánico de México”, con el fin de impulsar la producción controlada de huitlacoche, promover la comercialización y consumo e integrar una red de instituciones de diferentes sectores para apoyar a los pequeños productores.

Además de las instituciones mencionadas, se contempló la presencia del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), cuya participación fue

imprescindible, pues proporcionó la posibilidad de otorgar a los investigadores del CB-HCFM la certificación del inóculo que se estaba promoviendo para el proceso biotecnológico de producción del huitlacoche, acción que reforzaría los resultados de la investigación. En este punto cabe mencionar que el objetivo general propuesto en el proyecto CONACYT-FORDECYT fue:

Reducir la alta dependencia de las importaciones de semilla para la producción comercial de hongos comestibles a través del impulso y fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas que permitan implementar procesos biotecnológicos para la producción a gran escala de semilla mejorada de hongos comestibles, los cuales permitan atender en el corto plazo la demanda regional de los Estados de Puebla, Veracruz y Oaxaca, así como la demanda Nacional y de exportación en el mediano y largo plazo. (FORDECYT, Demanda 2016-01).

De igual forma y con base en el premio otorgado al Dr. Martínez-Carrera, *et al.*,¹⁵ en 2017, se estableció una importante vinculación de trabajo con el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición, Salvador Zubirán, ubicado en la Ciudad de México, con objeto de generar investigaciones biomédicas conducentes a fomentar una estrategia productiva y comercial, para hacer que la alimentación sea más nutritiva y al alcance económico de la población.

En el siguiente apartado veremos cuál fue el desarrollo de la estrategia de vinculación, para generar un tipo de conocimiento posible de ser aplicado en la producción rural.

4.4. Etapas de desarrollo del programa

El programa se desplegaría durante el ciclo 2016 a 2019, desarrollándose en las siguientes etapas:

- a) Proceso biotecnológico, fase de laboratorio *in vitro* para cultivo de cepas
- b) Capacitación a productores
 - a. Paquete tecnológico para la producción de maíz, máximo ¼ de hectárea
 - b. Paquete tecnológico para la producción de huitlacoche

¹⁵ Puebla, Puebla., a 09 de octubre de 2017. “Los investigadores del CB-HCFM obtuvieron el segundo lugar del Premio de investigación en nutrición 2017, categoría investigación básica. Las ciencias médicas en México reconocen el valor nutricional, funcional y medicinal de los hongos comestibles, a través del artículo interinstitucional publicado en la revista *PLOS ONE*, por el grupo de académicos del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, que integran la Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento (LGAC) sobre *Biotechnología y Desarrollo Sustentable: Los Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales*”. (Colegio de Posgraduados, 2017:2).

- c. Técnica de inoculación de jilotes
- d. Cosecha intensiva
- c) Asistencia técnica especializada, a pequeños productores
 - a. Prácticas de producción y manejo de producto para garantizar calidad e inocuidad
 - b. Desgranado y empacado
 - c. Conservación a baja temperatura
- d) Plan de comercialización, ubicar estrategias que abran nuevas vías para la comercialización y fomente la mejora en la calidad de vida.
- e) Generar prácticas para incentivar la cultura de uso, alimentación saludable en los productores y originar la posibilidad de mejores ingresos para la seguridad alimentaria de las familias por medio del consumo de un alimento tradicional con propiedades nutricionales y funcionales.
- f) Fomento a la cultura del consumo
(Martínez-Carrera *et al.*, 2016). Ver tríptico 1, en anexos.

Un dato importante para este programa fue que constan registros de que a lo largo de las últimas décadas en varias Instituciones se sigue avanzando en la investigación biotecnológica y el proceso de producción intensiva del huitlacoche, bajo la consideración de que es difícil controlar todos los factores para el proceso productivo, especialmente los de tipo ambiental que inciden en la calidad y cantidad de producción, por lo tanto con las acciones planteadas en este programa, en el cual se han tomado en cuenta los cambios ambientales por lo que se espera lograr un avance sustancial.

Otro elemento fue la observación de que el huitlacoche además de sus características nutricionales y funcionales, ha sido un alimento tradicional mexicano que en nuestro país se consume desde épocas prehispánicas y en la actualidad se ha popularizado más, de tal forma que la demanda se ha expandido rápidamente en México y en algunos países de Europa en los que se generó un auge como alimento gourmet.

4.4.1. Producir y transferir conocimiento para construir una red

Como ya se ha mencionado, en el Colegio de Posgraduados *Campus*, Puebla, a través del CB-HCFM se ha conformado un grupo de investigación dirigido por el Dr. Daniel Martínez-Carrera, quien, desde hace algunas décadas, dedica gran parte de su actividad profesional a la investigación y avances biotecnológicos en el campo de los hongos comestibles, funcionales y medicinales. Actividad que lo llevó a desarrollar, la primera estrategia de vinculación denominada “la producción controlada de huitlacoche” con el objeto de preservar y producir el inóculo estableciendo un proceso productivo de carácter controlado y económicamente viable para ser adoptado por pequeños productores de maíz, en comunidades campesinas del entorno.

El grupo de investigadores del CB-HCFM *Campus* Puebla integrado por el Colegio de Postgraduados, (ver imagen 19) a través del proyecto estratégico CONACYT-FORDECYT 273647, estuvo conformado por:

- Investigadores- Profesores del CB-HCFM:

Dr. Daniel Claudio Martínez Carrera -Coordinador general del proyecto
Dra. María Eugenia Meneses Álvarez, CP-CONACYT
Dr. Abel Gil Muñoz
Dr. Porfirio Morales Almora
Dra. Mercedes Sobal Cruz

- Investigadores del CB-HCFM

Dra. Carolina Lara Visconti
M.C. Myrna Bonilla Quintero
M.C. Iván Castillo Sebastián
M.C. Beatriz Petlacaco Sánchez
M.C. Víctor Macuil Tlachino
M.C. Vladimir Mitzi Dávila
M.C. Gilmar Rendón Hernández

- Investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, (UAEM)

Dr. Isaac Tello Salgado

Ing. Joaquín Morales Sánchez
Ing. Kaori Casares de la Cruz

- **Investigadora de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP)**

Dra. Yesica Mayet Moreno

- **Gerente de la Fundación Produce Puebla, A.C. (FUPPUE)**

M.C. Mauricio Mora Pérez

Los integrantes de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos fueron invitados a participar, debido a que en la mencionada institución se han logrado importantes resultados en la tecnología de la producción intensiva de huitlacoche, tanto en la investigación biotecnológica de laboratorio como en el proceso productivo en campo, por lo que poseen una amplia experiencia en investigación. Además, forman parte de las Universidades que durante las últimas cuatro décadas han mantenido una constante en la investigación en el tema de los hongos.

El equipo de la UAEM, se integró al grupo por convenio de colaboración interinstitucional, y fueron contratados por este proyecto CONACYT-FORDECYT 273647 Estrategia para fortalecer la competitividad de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales, en los Estados de Puebla, Veracruz y Oaxaca, mediante el desarrollo e implementación de procesos biotecnológicos para la producción de semilla mejorada.

Imagen 19. Equipo interdisciplinario e interinstitucional, que participó en la estrategia de vinculación establecida por el CB-HCFM, denominada “Producción controlada de huitlacoche”

Equipo conformado por investigadores, técnicos, trabajadores y estudiantes de posgrado de la línea de investigación sobre “Biotecnología y Desarrollo Sustentable del Colegio de Postgraduados, *Campus*, Puebla, 2017.

Fuente: Colegio de Postgraduados, 2019.

Como parte de la estrategia de vinculación diseñada y ejecutada por el CB-HCFM, el equipo realizó pruebas demostrativas y de práctica del proceso productivo del huitlacoche, coordinadas por el Dr. Tello y los ingenieros Morales y Cásares. Actividad que aportó mayores elementos para desarrollar la vinculación y capacitación con productores de las comunidades.

4.4.2. Estrategias para la vinculación con productores

Para este proyecto el grupo de investigación del CB-HCFM desarrolló un importante y amplio trabajo para planear e implementar la estrategia de vinculación con las comunidades rurales.

Como se puntualizó en el capítulo III, la vinculación entre las instituciones de investigación y la sociedad en general es una actividad fundamental que permite difundir los avances en la materia y valorar los resultados de la investigación. La divulgación y transferencia

del conocimiento producido permite a los investigadores establecer contacto directo con usuarios potenciales de los resultados de investigación.

Estébanez, (2003:7) plantea que: “para realizar un análisis de las formas de interacción, es adecuado ubicar y caracterizar los espacios que se forman en la relación instituciones y usuarios, desde el punto de vista de la importancia de los contactos informales y las relaciones no institucionales en la concreción de una vinculación”.

4.4.3. Vinculación, tarea de las instituciones

En esta investigación los actores principales de la vinculación son: la universidad, el sector productivo y el Estado, en la cual, cada uno desempeña un papel exclusivo. Esta investigación se enfoca principalmente en la interrelación de actores como: “La universidad y el sector productivo. Si bien, el Estado asume un rol importante en el éxito de la vinculación, aparentemente se encuentra desempeñando solo un papel específico en la organización previa al proceso.

De tal forma que para este estudio de caso la muestra es integrada por una serie de actores heterogéneos con objetivos e intereses comunes, las acciones de colaboración entre ellos, permitieron ilustrar en forma gráfica (ver figura 3) una primera red de interrelación en torno al proyecto propuesto en el tema de hongos comestibles.

Figura 3.

Fuente: Construcción propia, con base en datos obtenidos del Proyecto del Colegio de Posgraduados, presentado ante CONACYT, 2016.

La relación entre estos tres sectores ubica al Colegio de Postgraduados como el punto nodal a partir del cual por medio de la presentación de un proyecto, se genera una vinculación directa con el CONACYT como entidad de apoyo económico al trabajo científico y de investigación. En seguida se ubican varias entidades de gobierno nacional y estatal, con las cuales se establece una vía de apoyo institucional directa hacia el centro público de investigación y finalmente se sitúa la relación de las anteriores, con el sector productivo quienes obtienen el conocimiento y otros apoyos de la Institución.

En evento *exprofeso* denominado “La Cosecha del Huitlacoche en Puebla: el Manjar Prehispánico de México”, dio lugar a la apertura de diversas vías de comunicación, presencial, vía electrónica y telefónica, por medio de las cuales se inició un proceso de configuración de red de colaboración y para reforzar la información, también se difundió por vía electrónica un folleto explicativo de la estrategia de vinculación del CB-HCFM, en el cual se expusieron las razones del porqué era importante y necesario para la población producir huitlacoche desde el punto de vista económico, alimentario y nutricional y qué acciones se llevarían a cabo para lograrlo.

El folleto explicativo al ser orientado para difundirse principalmente a productores comunitarios, se utilizó un lenguaje común más apegado a sus rasgos culturales, aunque en el contenido se emplearon algunos términos científicos, la explicación fue clara y puntual de tal forma que atraía el interés de usuarios. Este folleto funcionó como “traductor”, comunicó en un lenguaje más coloquial los objetivos del programa productivo de los investigadores. Por lo tanto el mensaje dirigido, creó en los productores expectativas relacionadas con una mejora en la propia economía, en la calidad de vida.

Cabe mencionar que cuando este folleto fue divulgado, el CB-HCFM ya había validado la tecnología del proceso biotecnológico para la producción controlada de huitlacoche en varias comunidades de Valle de Puebla, cuyos resultados aportaron a los investigadores una certeza de efectividad del proceso para iniciar y replicar el proyecto.

Para desarrollar la estrategia de vinculación entre investigadores y productores del Valle de Puebla, se seleccionó por común acuerdo en reuniones ex profeso a los productores interesados en participar de cada comunidad. En la comunidad de San Nicolás Zecalacoayan, al Sr. Enares Arellano; En la comunidad de Santa María Zacatepec, al Sr. Juan C. Bonilla; Al Sr. Fernando Cuenca Flores en la comunidad de San Mateo Capultitlán; Huejotzingo al Sr. Adrián Gallo . En las comunidades de Guadalupe Zaragoza, Tlahuapan y San Andrés Calpan, se obtuvo el apoyo de las autoridades del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA) de Calpan, posteriormente participaron profesores y alumnos, y en Tlancualpican, Chiautla, finalmente participaron con el apoyo de la Fundación Produce Puebla. Las parcelas demostrativas se establecieron casi simultáneamente en las diferentes comunidades estudiadas.

Como siguiente actividad, el equipo se encargó de informar acerca de la actividad, la comunicación fue en forma personal o “cara a cara”, lo cual, desde el concepto de red de conocimiento expuesto por Casas, (2011), Luna (2001) y varios autores, este tipo de interacción, se consideraba “todavía”¹⁶ parte fundamental de una estrategia de comunicación determinante para incentivar la confianza de los productores hacia los investigadores y la institución.

La transmisión del conocimiento técnico se inició llevando a cabo reuniones informativas en las instalaciones del Colegio de Postgraduados, mismas que sólo fueron realizadas con los representantes, o líderes de las comunidades o autoridades. En ellas se explicó en qué consistía la estrategia de vinculación de “producción controlada de huitlacoche”, cuál era el objetivo, que sistema de capacitación se emplearía y que tipo de insumos les proporcionarían, dependiendo de la actividad a desarrollar.

¹⁶ Se hace referencia al término “todavía”, porque en las dos últimas décadas y más ahora con el proceso de pandemia (COVID-19), se intensificó el manejo de nuevas vías de comunicación electrónicas. El empleo masivo de estos medios, por una parte generó menos interacción personal, y por otra ha cambiado y elevado exponencialmente las posibilidades de interacción social comunicativa hacia todo el mundo, actividad que en una investigación de tipo social es difícil de codificar y por lo tanto cuantificar.

Para la primera etapa se promovió un paquete tecnológico para la producción de maíz¹⁷, mismo que sería entregado a cada grupo de productores participantes, con base en las condiciones ambientales y edáficas de producción. Los requisitos para otorgarlo fueron: “que cada grupo de productores tuviera por lo menos 2.5 ha, que además muestre un buen nivel de conocimiento para la siembra tradicional de maíz y definitivamente un nivel alto de interés por la adopción de nuevos cultivos” (Martínez-Carrera, 2016:3).

Acerca de ello, el Sr. Enares (2018) de la comunidad de Zecalacoayan, señaló: “Que el acuerdo es que el productor ponga la tierra y la mano de obra y por otra parte el Centro Publico de investigación imparta la asesoría y apoye a los productores con los insumos necesarios para realizar el procedimiento”.

Acerca de lo anterior, los productores comentan que:

Antes de conocer la invitación del grupo del Colegio de Postgraduados, habían recibido otras propuestas de colaboración, pero cuando escucharon la oferta del Dr. Martínez-Carrera y su equipo les pareció la más viable, porque “él venía acompañado de siete personas: doctores, capacitadores, técnicos, eso les dio idea de que era un trabajo más serio. En esa reunión tomaron la decisión de “entrarle” (Enares, 2017).

La primera reunión fue el 3 de enero de 2017, para febrero iniciaron el proyecto. En julio – agosto fue la primera siembra con 6-8 variedades de maíz híbrido e incluyeron una variedad de maíz criollo. Los productores declararon: “ellos pusieron la técnica y nosotros la mano de obra”.

En este punto es conveniente tener presente que éste fue un proyecto desarrollado por el CB-HCFM, por lo que cabe mencionar que a lo largo de la investigación no se encontró registro en el que indique que, por parte de los productores hayan manifestado en forma directa, alguna demanda concreta hacia el centro público de investigación para generar un proyecto productivo de huitlacoche específicamente en la zona.

En las indicadas visitas a los productores se les dio información acerca de lo qué consistía la estrategia de vinculación para la producción controlada de huitlacoche y cuáles serían las ventajas de aplicar la biotecnología que se proponía. Entre otras cosas se proporcionaría equipo,

¹⁷ “El paquete se conformó de una cantidad específica de semillas de variedades de maíz híbrido y una variedad de maíz criollo, que serían plantadas, y posteriormente inoculadas para la producción de huitlacoche”. (Martínez-Carrera, 2020),

insumos y asesoría técnica. Con relación a la visita informativa, el Sr. Fernando (2018) de la comunidad de Zacatepec comentó:

Que anteriormente ya habían recibido (de otros grupos e instituciones) propuestas para colaborar en proyectos, pero que en el caso del equipo del Colegio de Postgraduados que coordinaba el Dr. Martínez-Carrera y el Dr. Abel Gil, les pareció mejor, por la seriedad y que si se veían como un equipo. (Sr. Fernando, 2018).

A continuación recordemos que en el Capítulo II se expuso acerca de las políticas institucionales de ciencia y tecnología, en el que se plantea que las universidades deben cumplir tres funciones sustantivas: la docencia, la investigación y la extensión. Sin embargo, se ha demostrado que cada vez es más necesario desarrollar otra función que es la vinculación.

Fue en la década de los 80's cuando se expresó la necesidad de entender la vinculación como una nueva función y no como parte de la extensión universitaria. A partir de entonces, a dicha actividad se le considera un eje estructurador de la planeación académica, esto es, que las funciones de docencia e investigación universitarias encuentren mecanismos y formas de articulación de manera más estrecha y efectiva con la sociedad y la economía, salvando el carácter asistencial que en algunos casos todavía prevalece.

Este cambio permite generar una mejor relación social entre la academia y la sociedad, misma que requiere de un amplio y fuerte apoyo gubernamental, de acuerdo con el papel que se le ha asignado a la investigación en el nuevo modelo económico. La adopción de esta nueva forma de interrelación y su traducción e instrumentación variará, evidentemente de una institución a otra y dependerá en gran medida de la respuesta y el sostén de las políticas nacionales e internacionales en turno. En relación con lo anterior, Casas y De Gortari, expresan:

Podemos notar que la llamada vinculación en el contexto de la educación y la producción se ha utilizado para identificar de manera estricta un conjunto de actividades y servicios que las instituciones de investigación y educación superior realizan para atender problemas tecnológicos del sector productivo. En este sentido la vinculación señala un proceso de transferencia de tecnologías que puede implicar el establecimiento de puentes entre la investigación científica y el desarrollo tecnológico para atender problemas del entorno. (Casas y De Gortari, 1997: 171).

Es importante recordar que en el proceso de configuración de una red es esencial ubicar el papel que cada actor tiene. Desde la perspectiva de teóricos como Mario Albornoz y Claudio Alfaráz expresan:

El trabajo en red es el resultado de la adopción de formas flexibles y participativas de organización, implementadas a la hora de crear y aplicar los conocimientos para la solución de problemas, en ellas, actores de diversas procedencias se relacionan a fin de abordar problemas concretos y proponer soluciones, poniendo para ello sus capacidades y buscando por este medio complementarlas. (Albornoz y Alfaraz, 2006:7).

Por lo anterior, en el siguiente apartado se hará referencia a las actividades que se propusieron y de qué manera se fueron desarrollando y la responsabilidad que ello conllevó para sus participantes.

4.4.4. Etapas, responsables y su función

Es significativo señalar que, para implementar la estrategia de vinculación, al interior del grupo de investigadores y técnicos del CB-HCFM, en cada etapa productiva del programa se asignaron coordinadores, aunque en ocasiones, por la carga de trabajo, fue necesario que algunos participaran en varias etapas del proceso.

- 1) El trabajo de investigación biotecnológica lo llevaron a cabo: el Dr. Martínez-Carrera, el Dr. Abel Gil Muñoz, el Dr. Isaac Tello Salgado, Dra. Mercedes Sobal Cruz y el Dr. Porfirio Morales
- 2) Seguimiento y vigilancia de las buenas prácticas de producción y manejo del producto, análisis de suelo, preparación del terreno, cantidad de semilla, dosis de fertilizante, a cargo de: Dr. Abel Gil Muñoz, el Ing. Ricardo López y estudiantes de postgrado, maestría y doctorado.
- 3) Capacitación en campo: el Dr. Daniel Martínez-Carrera, el Dr. Abel Gil Muñoz, el Dr. Isaac Tello Salgado, el Ing. Joaquín Morales, la Ing. Kaori Cásares, Dra. Mercedes Sobal Cruz, M.C. Iván Castillo Sebastián, y Beatriz Petlactalco Sánchez.
- 4) Manejo y control de la estación meteorológica y seguimiento de datos registrados, M.C. Iván Castillo Sebastián; alumnos del CBTA y estudiantes de postgrado.

En el caso de la estación meteorológica, un estudiante del CBTA comentó que en la casa donde vivía, se ubicó una estación metereológica, pero a pesar de que él siempre estaba ahí, nunca se le invitó a participar y conocer el manejo. Cuando había que registrar los datos, el encargado del CB-HCFM, llegaba, conectaba la laptop, copiaba los resultados y se retiraba, sin compartir hacia el alumno que cuidaba la estación, información relativa al proyecto.

Otra situación se dio en la parcela experimental, propiedad del Centro de Bachillerato de Calpan. En ella, como puntualizamos el grupo del CB-HCFM establecieron una parcela demostrativa para el cultivo de huitlacoche. En dicha actividad, las relaciones entre los académicos del CPP y la comunidad del CBTA fueron amables, pero distantes debido a que a pesar de la actividad desarrollada por los investigadores, no se generó un espacio de colaboración. La participación de esta comunidad estudiantil fue solo de apoyo en labores muy específicas. En sí las relaciones que se establecieron fueron diplomáticas, de vinculación y de colaboración, guardando los estatus y función de cada uno.

En anteriores párrafos se mostró como el grupo del CB-HCFM, generó una efectiva vinculación con instancias universitarias y de gobierno como forma de apoyo. También con relación a la implementación de las parcelas demostrativas se logró validar un proceso biotecnológico y con base en los resultados avanzar en la transmisión del conocimiento hacia los grupos comunitarios.

Por lo dicho, para abordar el siguiente apartado, se considera importante comentar que, en el CB-HCFM hasta el momento se ha logrado desarrollar una biotecnología intermedia para la producción controlada de huitlacoche a pequeña y gran escala, originando estándares de trabajo en los procesos productivos. Como punto de partida para el desarrollo de la estrategia de vinculación “producción controlada de huitlacoche” e implementarlo hacia grupos comunitarios del Valle Alto y Bajo de Puebla.

4.5. Desarrollo para la transmisión de conocimiento

Es importante describir las etapas que el grupo de investigación del CB-HCFM estableció para ejecutar la Estrategia de vinculación sobre la producción controlada de huitlacoche. Por esta razón, se puntualiza el proceso biotecnológico para la obtención de inóculo, base de la producción de huitlacoche.

a) Proceso biotecnológico, fase de laboratorio *in vitro* para cultivo de cepas

En la actualidad, a pesar del cambio climático que estamos experimentando en el mundo, como pérdida de biodiversidad y escasez de agua por nombrar algunos, los avances tecnológicos son de gran impacto. El cultivo de los hongos comestibles no es solamente una práctica agrícola ancestral, sino una actividad que requiere de conocimientos tecnológicos y científicos de vanguardia. La biotecnología se presenta como una alternativa posible y confiable para el ser humano. En este contexto, los centros de recursos biológicos adquieren relevancia económica, ecológica y social en virtud de su importancia no solamente para proveer servicios a la comunidad académica, sino también para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo de la biotecnología en diferentes espacios. La biotecnología del cultivo de los hongos comestibles abarca esos aspectos y ha adquirido en México importancia a nivel local, regional y nacional (Martínez-Carrera, 2010).

En el CB-HCFM, la investigación biotecnológica de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en las últimas décadas ha tenido un impulso importante, y se ha desarrollado con el apoyo de disciplinas como la microbiología, la fisiología, la genética y la ingeniería agroindustrial. En este caso se enfocan en el proceso biotecnológico para la producción de huitlacoche. Primero se avanzó con una etapa de investigación teórica y de laboratorio, en la que participó un equipo de alrededor de 10 y 15 personas entre investigadores y estudiantes de nivel maestría y doctorado.

Esta actividad es parte de la función de la Universidad, porque esta acción involucra a diversos actores cuya interacción da lugar a la formación de capital social a través del desarrollo de la investigación, no sólo entre investigadores, sino también de ellos hacia sus estudiantes. En

sí, parte importante de la actividad de esta Institución es incorporar en sus proyectos por medio de elaboración de tesis o estancias pre profesionales a especialistas y estudiantes de posgrado tanto de la misma Institución como de otras instituciones, quienes, por medio de sus investigaciones, puedan crear un mayor acceso a la capacitación y posibilidad de movilidad interinstitucional.

En esta fase, el objetivo fue crear unidades especializadas para el acopio, manejo y distribución de semilla mejorada de hongos comestibles funcionales y medicinales, las cuales también serían un medio para la transferencia, adopción y asimilación de procesos y productos biotecnológicos como el inóculo¹⁸ de huitlacoche con un periodo de evaluación en campo, parcela demostrativa e investigación y análisis de resultados. (CONACYT, 2016). En esta etapa el Dr. Tello, narra que, en este proyecto, entre otras actividades, participó en la coordinación del proceso de diseño experimental, así como el proceso de inoculación, incubación y cosecha del cultivo de huitlacoche (Tello, 2020).

En la imagen 20, se muestran tres fases de un proceso de investigación: una, caja de Petri con siembra en agar del micelio o semilla de huitlacoche; dos, la mazorca de maíz invadido de huitlacoche, listo para uso y tres, una tabla que muestra algunos resultados de análisis del contenido nutricional, datos que dan viabilidad a la investigación.

¹⁸ Inóculo, término para referirse a los microorganismos o sus partes (esporas, fragmentos miceliales, etc.) capaces de provocar infección o simbiosis cuando se transfieren a un huésped. El término también se usa para describir a los organismos simbióticos o patógenos transferidos por un cultivo.

Imagen 20. Muestra parte del proceso biotecnológico (producción de inóculo, siembra en cajas de petri), producto (agallas en el maíz) y tabla del contenido nutricional del huitlacoche

HUITLACOCHÉ (Ustilago maidys)

VALOR NUTRICIONAL DEL HUITLACOCHÉ	
Componente	g/100 g
Proteína	11.5-16.4
Grasa	1.6-2.3
Cenizas	5.2-7.0
Fibra cruda	16-23.5
Carbohidratos totales	55.1-66.5

Fuente: Martínez-Carrera, 2019. Impreso en una tarjeta para difusión y muestra en el Primer Foro, Simposio y Feria Gastronómica “Los Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales: Aportación a la Dieta, la Salud, la Cultura y al Sistema Agroalimentario de México”, Colegio de Posgraduados, *Campus* Puebla.

Para llevar a cabo la investigación, se establece un proceso de cultivo del inóculo del hongo, para lo cual se requiere contar con un laboratorio dotado de instrumentos y equipo de medición como campanas de flujo laminar, autoclaves, agitadores electrónicos, balanza, microscopio, biorreactores, material de vidrio e instrumental y cepas puras. Condiciones de trabajo que generalmente son muy costosas, pero son parte de los requerimientos necesarios que van a asegurar que el inóculo que se obtenga sea de máxima calidad, condición que a su vez finalmente se reflejará en la calidad del producto.

Imagen 21. Diferentes áreas del laboratorio del Colegio de Postgraduados, *Campus* Puebla

Campana de flujo laminar

Aparatos electrónicos de medición

Fuente: Imágenes del Colegio de Postgraduados, *Campus* Puebla. 2020.

Con la producción del inóculo, el proceso siguiente es comprobar su efectividad, y el procedimiento es probarlo inoculándolo en la planta de maíz y producirlo. Nó solo es suficiente tener un buen inóculo, sino también se deberán observar buenas prácticas de cultivo. Todo en conjunto será el insumo necesario para la producción en campo.

En el siguiente inciso se comentará acerca de cómo los investigadores del CPP, dieron paso a la capacitación a productores, acción que daba inicio a la posibilidad de generar una red de conocimiento.

b) Estrategia para la capacitación a productores

La transferencia de tecnología durante mucho tiempo ha sido concebida como un proceso lineal en el que se establecía una relación entre un elemento emisor y elemento receptor, el contacto entre ellos es de manera directa y todo lo emitido era recibido sin modificación o adaptación. Este paradigma ha sido remplazado por la búsqueda e implementación de modelos alternativos que reconozcan la generación múltiple de conocimiento, en la que se promueva la participación de los actores receptores y se considere la capacitación como un factor dinamizador de un proyecto buscando mejorar la adopción de tecnología.

En esta etapa, cobra importancia el grado de confianza que se genere, para la comunicación de los investigadores con los productores, la transferencia de tecnología para una innovación se presenta como un proceso interactivo en el cual las relaciones explican tanto los flujos de comunicación como el proceso de adopción de tecnología.

En la capacitación al productor, se empleó una tecnología para la producción de la planta de maíz híbrido, como base para aplicar la biotecnología para la producción de huitlacoche. Ello implicó la explicación para el conocimiento y aplicación de la técnica de inoculación de jilotes en planta de maíz para la producción intensiva y cosecha de huitlacoche.

La capacitación en campo fue atendida por el Dr. Daniel Martínez-Carrera, el Dr. Abel Gil Muñoz, el Dr. Isaac Tello Salgado, el Ing. Joaquín Morales, la Ing. Kaori Cásares, apoyados por estudiantes de posgrado, maestría y doctorado. Se empleó un paquete tecnológico para la reproducción de planta de maíz híbrido, como base para la producción de huitlacoche.

El Dr. Tello (2020) explica que, el material informativo que se utilizó en la capacitación hacia los productores consistió en un video en el que se mostraba el proceso productivo y, también se

entregó un folleto impreso (Colegio de Postgraduados, 2017) conteniendo la explicación de la actividad que se realizaría en campo.

En ese momento y como parte de la estrategia de capacitación, los investigadores pudieron observar que los productores ante la perspectiva de aprender la técnica para producir huitlacoche evidenciaron dos posiciones:

Un grupo fueron las personas que mostraron un significativo interés en el proceso para llevarlo a la práctica y obtener un producto de valor agregado, y otro grupo fue el que sólo especulaba en el beneficio económico, ellos se encargarían de la venta, dejando la responsabilidad del proceso productivo a la institución. Aunque por parte de los productores había experiencia en el proceso de cultivo, no mostraron mayor interés (Castillo, 2018).

Ante esta perspectiva, en las subsecuentes sesiones de capacitación, se advirtió una disminución de participantes, permaneciendo representantes de solo tres comunidades.

La siguiente etapa y con base en las comunidades que habían permanecido hasta el final de esta primera, el equipo realizó una visita a la zona de producción, para explicar en campo la técnica productiva, actividad que en forma paralela también permitió a los investigadores observar experiencia y habilidades de cada uno de los productores para determinar en qué parte del proceso productivo podrían participar.

En este punto recordemos que una de las características para el proceso de configuración de una red de conocimiento, es que se tenga una confluencia de actores heterogéneos que interactúan por un objetivo común, que presentarán diferentes niveles de conocimientos y preparación formal, diferentes capacidades de apropiación del conocimiento y lo más importante diferentes enfoques hacia la tecnología en los que influye la propia cultura para adaptarse o resistirse a los cambios sugeridos.

Instalados en campo, parte de la explicación se enfocó en exponer los diferentes sistemas de producción y métodos de inoculación que a lo largo de décadas se han ido probando, indicados a continuación por el Dr. Tello (2020):

c) Diferentes técnicas de producción

1. Cosecha de mazorcas infectadas
2. Producción empírica con impregnación de las teliosporas
3. Producción inducida (inoculación) con la cual se han obtenido los mejores resultados debido a que viaja a cada uno de los granos obteniendo altas proporciones de grado de severidad (>80%).
4. **En el sector privado (principalmente) se utilizan métodos más específicos**
 - a. Inoculación a través del canal de los estigmas
 - b. Inyección transversal del jilote en tres sitios equidistantes
 - c. Inyección del inóculo donde se encuentran los estigmas previamente cortados
 - d. Inyección transversal a la mitad del jilote.

Con base en esta información, en la práctica de campo, los expertos del CB-HCFM, se dieron a la tarea de explicar, demostrar y poner en práctica el proceso de inoculación de las plantas de maíz para la producción de huitlacoche, técnica que solo aprendieron algunos de los representantes de las comunidades. En la imagen núm. 18, se observa al Ing. Joaquín explicar la forma de inocular una planta de maíz.

Acerca de esta práctica, los productores dijeron que: “la explicación había sido muy clara y que siempre los ingenieros estuvieron dispuestos para aclarar cualquier duda” (Productores, Valle Alto, 2018).

Técnica para inocular:

En la planta de maíz, cuando van emergiendo los jilotes, se ubican dos o tres puntos de las hojas y en esos puntos con una jeringa de inyección, se aplica una dosis del inóculo, la cual infecta al maíz y en un periodo de 35 a 45 días surgen los huitlacoques, dependiendo de la variedad de la planta de maíz, de la temperatura y humedad ambiental, ver imagen 20 (Tello, 2019).

Imagen 22. Técnica de inoculación con inoculo de huitlacoche en planta de maíz, demostrada por el ing. Morales, 2018

El Dr. Tello (2020) comentó que, desde su perspectiva y práctica de varios años de producción intensiva de huitlacoche en la región de Morelos, en referencia a las variedades de maíz que se pueden emplear dijo, existen factores determinantes que se deberán tomar en cuenta como el genotipo, la edad y vigor de la planta. Agregó que las plantas de grano dulce y harinoso son mayormente susceptibles a la infección, por lo tanto, ésta se puede desarrollar en cualquier parte de la planta. Hasta la fecha en la producción y con este método de inoculación se ha logrado obtener de un 70 a un 90% de infección. Un dato relevante es que se han utilizado de 140 a 200 híbridos mejorados e incluso plantas de maíz criollo, obteniendo resultados muy favorables.

Lo anterior es un ejemplo de las ventajas de esta técnica de inoculación, en la que, desde luego, serán determinantes las condiciones de clima y diversidad biológica. En el caso de los productores del Valle de Puebla, las condiciones de clima, grados de temperatura y precipitaciones pluviales son muy diferentes a las del estado de Morelos, pero con conocimiento

técnico, insumos y buenas prácticas de cultivo en Puebla se podría elevar el número de cosechas al año.

Acerca del procedimiento efectuado por el equipo en campo, el Dr. Tello y el Ing. Morales comentaron:

Los técnicos e investigadores del Colegio de Postgraduados y de la UAEM, llevamos a cabo la capacitación a productores, directamente en campo, enfocados en el proceso de producción, preparación del terreno, siembra de maíz y actividades de conservación, asignando actividades a cada productor, según la fase de cultivo y habilidades. El material e insumos los proporcionó el Colegio de Postgraduados (Tello, 2018).

Aproximadamente fueron de 100 a 120 días desde que logramos el inóculo y se sembraron los cultivos preparamos el terreno y siembra y el manejo hasta esperar la etapa de inoculación (Morales, 2018).

En todas las etapas del proceso productivo con base en lo programado, el equipo se encargó de vigilar las prácticas de cultivo y manejo del producto. El seguimiento y la asesoría en campo la realizaron Isaac Tello, Kaori Casares y Joaquín Morales, los cuales comentan que “este fue un trabajo fino que dio paso al proceso de inducción” (Morales, 2018).

En todas las etapas del programa, la transmisión de conocimiento o proceso tecnológico requirió ser “traducido” hacia los productores, a un lenguaje más coloquial, pero muy específico en cuanto a técnicas de cultivo y procedimientos, siguiendo en forma puntual la técnica propuesta, no puede ni debe haber variaciones de procedimiento, porque aplicar la técnica en forma exacta les permite a los investigadores medir y valorar los resultados obtenidos.

De la misma manera, este procedimiento de traducción da la posibilidad al investigador de poder detectar la posible forma de adaptación o apropiación técnica del productor desde su conocimiento tradicional y cultura.

Como veremos en el próximo apartado, los conocimientos y habilidades de cada productor dio pauta a los investigadores de poder ubicar a cada uno en el procedimiento o fase técnica más especializada, y asignar la actividad ya sea el corte, la recolección de producto, y el

empacado para su procesamiento. Asimismo, esa interacción les permitió determinar la forma de comunicación hacia cada uno, con base en su educación formal, edad y disposición.

En las comunidades del Valle de Puebla, la labor más intensa es la cosecha, por lo cual fue necesario que el grupo del CB-HCFM contratara mano de obra extra, generalmente provenía de familiares o vecinos cercanos a los productores. Participaron de cinco a seis personas diarias a las que se les habilitó transporte para llevarlos y traerlos del campo a su comunidad y recibieron un incentivo económico que consistió en el pago de un jornal por día.

Con el producto cosechado debería realizarse el manejo del producto de desgranado, empacado y conservación. Actividad para la cual se requería una capacitación o asistencia técnica más especializada.

d) Asistencia técnica especializada, a pequeños productores

En lo referente a la asistencia técnica especializada, se explicaron en forma más detallada los siguientes pasos como:

- a) Prácticas de producción y manejo de producto para garantizar calidad e inocuidad
- b) Desgranado y empacado
- c) Conservación a baja temperatura

Imagen 23. Huitlacoche en mazorca

Fuente: Reyes, R. 2018.

Para la fase de desgranado, empacado, medición y conservación a baja temperatura, para preservar al máximo el producto para su comercialización, esta actividad debió llevarse a cabo en las instalaciones del laboratorio del CB-HCFM, debido a que ahí se tenían las condiciones de inocuidad y el equipo necesario para la conservación del producto a 4°C., antes y después de ser procesado.

En esta fase solo participaron académicos, investigadores asociados, técnicos, trabajadores del laboratorio y alumnos estudiantes de postgrado del CB-HCFM, por el motivo de que las actividades eran diversas y muy específicas.

El equipo empleado para realizar estos trabajos consistió en: mesas, balanza electrónica, máquina para emplayar, batas, gorros, guantes, gafas protectoras, papel especial para envolver, cajas de madera y de plástico. Además, se utilizaron líquidos especiales para esterilizar mesas e instrumentos, con lo cual se aseguraba que las mediciones y el conteo no tuvieran ningún tipo de contaminación, de tal forma que los datos obtenidos serían confiables (ver imagen 23).

Imagen 24. Sr. Enares mostrando caja con huitlacoche desgranado y producido en su parcela.

Fuente: Martínez- Carrera, 2017.

Imagen 25. Evaluación del producto cosechado

Fuente: folleto huitlacoche, editado por Martínez-Carrera, Colegio de Posgraduados, 2017.

El producto obtenido en cada cosecha siempre fue evaluado en campo por el equipo de investigación, verificando factores como cantidad, densidad, tamaño, color, calidad, etc., y la información resultante se registró en una bitácora para posteriormente analizar y evaluar resultados.

Por diversas razones sobre todo de inocuidad, no se pudo presenciar esa actividad, pero en una de las entrevistas realizada con el Ing. Morales experto en producción de huitlacoche y contratado por el CB-HCFM, a través del proyecto CONACYT-FORDECYT 273647, en el municipio de Tetecala, Morelos en el 2018, demostró todo el proceso productivo del huitlacoche, realizado a campo abierto y procesado en forma rústica.

Primero se organizó un recorrido a la zona de plantación de maíz a lo largo de las parcelas donde producen el huitlacoche a campo abierto, en el municipio de Tetecala, Estado de Morelos. Explicó que lleva varios años trabajando y adquiriendo experiencia para esta labor. Ha trabajado hasta con 10 productores de diferentes comunidades de la zona, obteniendo en ese tiempo hasta 800 kg diarios. Su producto al principio lo surtía en la Central, de Abastos de Cuautla, Morelos, pero intervinieron los “coyotes” o intermediarios y los obligaron a cerrar esa vía de venta. A raíz

de eso, los productores continúan produciendo solamente planta de maíz, flor de girasol y el huitlacoche, en pequeña cantidad solo para autoconsumo y venta local, mientras logran abrir una vía segura para la comercialización.

Una problemática importante para la comercialización del huitlacoche es que hasta nuestros días ha prevalecido una red de intermediarios que se ubican en las diferentes centrales de abasto, y son quienes determinan precios, lo que pone en riesgo la viabilidad económica de productores.

En el caso de las grandes empresas que producen huitlacoche, estas han generado su propio mercado el cual está dirigido principalmente a los consumidores extranjeros, porque en México la demanda del producto es muy variable.

Con el producto cosechado, el Ing. Morales nos llevó al área de procesamiento (instalada y equipada en conjunto con el CB-HCFM como parte de La estrategia de vinculación) y nos mostró la técnica de procesamiento del huitlacoche (Imagen 26 y 27).

Imagen 26. Demostración de la técnica de desgranado y empacado del huitlacoche de forma semi-rústica a nivel local

Fuente: Reyes R., 2018

Imagen 27. Proceso rústico de rebanado y empacado del huitlacoche, por productores del municipio de Tetecala, Morelos, 2018

Fuente: Reyes R., 2018

En las imágenes, observamos cómo los productores del municipio de Tetecala, en el Estado de Morelos, realizan el proceso de selección, rebanando y empacando del producto en forma semi-rústica, solo para venta local. Los productores de este municipio tienen una amplia experiencia de varios años para la producción intensiva de huitlacoche, por lo que se han especializado en la técnica, en la actualidad llegan a producir hasta 250 kg por semana. Acto seguido y con el producto listo, proceden a entregarlo a compradores ya comprometidos en forma local o venta en tianguis.

e) Comercialización, ubicar estrategias que abran nuevas vías.

Continuando con la estrategia de vinculación para la producción controlada de huitlacoche en el CB-HCFM, cuando el producto obtenido en el Valle de Puebla es evaluado y los resultados registrados por el grupo de investigación, de forma regular fue entregado para su consumo a grupos vulnerables, organizaciones no lucrativas o a las mismas comunidades de productores para que ellos lo consumieran o vendieran en los mercados locales o de barrio.

Lo cual, dicho sea de paso, debía ser en forma inmediata porque, ningún productor disponía de un espacio o infraestructura adecuados para la conservación en anaquel, o

refrigeración. Aunque cabe mencionar que, con esta técnica de cultivo, el producto obtenido generalmente tiene una vida de anaquel mayor.

Al respecto, el Sr. Enares y la Sra. Mari (2018), productores de la comunidad de Zecalacoayan, Chiautzingo, comentaron que, sí recibieron el producto, pero faltó que les indicaran en qué lugar o con quien sería la vía de comercialización.

Por ejemplo, La Sra. Mari manifiesta que:

Llevó el producto a vender al mercado local, ahí vio que era difícil venderlo en fresco, porque la gente no está acostumbrada a comprarlo empacado de esa forma o porque al saber que *la semilla provenía de un laboratorio*, consideraban que no era muy natural. Por lo anterior ella dice que, era más sencillo ponerlo en quesadillas o algo parecido, porque de esa manera combinado con el maíz, tomaba otra forma más apetecible, aseguraba su venta y obtenía una ganancia, lo cual le permitía apoyar en los gastos de la casa. (Sra. Mari, 2018).

Imagen 28. Quesadilla de huitlacoche con maza se maíz mezclado con nopal, para dar el color verde, ahorrar en maíz y hacerla más apetecible.

Fuente: archivo del Colegio de Posgraduados, 2018.

Para la cuestión de la comercialización comentan que, para este proyecto, el grupo del CB-HCFM realizó una investigación acerca de las posibilidades para abrir mercado en espacios como la Central de abastos y en restaurantes, pero la respuesta de ellos fue “que ya tenían proveedor, por lo tanto, no les interesaba”. Con base en lo cual, el equipo se dio a la tarea de realizar un estudio más amplio de posibles puntos de venta, actividad con la cual obtuvieron

algunos resultados. Pero, aun con esos datos, al final el equipo consideró que “no era conveniente en ese momento, establecer ningún acuerdo con los productores, hasta ver cómo resultaba la producción y que posible capacidad de rendimiento se tendría para la entrega” (Castillo, 2018).

Con la comercialización, siempre han enfrentado múltiples problemas, debido a que en las Centrales de abasto y Acopio han generado grupos de poder dificultando la venta directa del productor al consumidor. Acerca de estos intermediarios, en párrafos anteriores se mencionó el ejemplo de los productores del Municipio de Tetecala, Morelos.

Esa condición hasta hoy es una de las mayores problemáticas para la venta y distribución de productos como los hongos comestibles a nivel nacional. En la actualidad se ha documentado que las posibilidades de exportación se están extendiendo para algunas empresas productoras en México, pero, sólo a nivel empresa, en las cuáles poco cuenta la producción local a menos que sean maquiladores de esta.

En este punto cabe mencionar la importancia que en México han tenido los hongos como parte de la cultura de uso y consumo desde tiempos prehispánicos persiste en la población. Misma que, debido a los recientes cambios en los patrones de alimentación y acceso a alimentos naturales y nutritivos, ha variado en forma drástica.

Esto cobra relevancia porque en la medida en que la población reconozca las virtudes de los hongos comestibles, como alimento y sus características medicinales y de uso, accederá a un incremento de consumo-demanda, condición que alentaría a favorecer y mejorar la producción a nivel local y empresarial.

Por esta y otras razones en la actualidad, se vuelve imprescindible fomentar el consumo del huitlacoche, es decir incorporarlo de manera inteligente a la gastronomía nacional, diversificando la manera de prepararlo y consumirlo, generando productos variados y sobre todo demostrando que no solo es el sabor, sino que los hongos comestibles, son una fuente nutritiva e importante de alimentación.

Por este motivo, en el siguiente inciso se expondrá acerca del último pero, no menos importante objetivo de la estrategia de vinculación del CB-HCFM, planteado por el equipo de investigación del CPP, como parte imprescindible de este proceso.

f) Fomento a la cultura del consumo

Otro objetivo que los investigadores del CB-HCFM plantearon desarrollar a lo largo del proceso de transferencia de la biotecnología para la producción controlada del huitlacoche, fue crear una estrategia para incentivar la “cultura del consumo del huitlacoche”, bajo la evidencia de que es un alimento tradicional consumido por la población desde la época prehispánica en México, buscando enfocar la atención de la población en el conocimiento y promoción de sus propiedades funcionales, nutricionales y medicinales como características socialmente relevantes y propias de los hongos comestibles.

Para generar una estrategia que incentivara la cultura del consumo, tomaron como base los datos de una investigación socioeconómica realizada por Mayet y Martínez-Carrera que comprendió un periodo de 2000 a 2014, en el que indagaron acerca del sistema de mercado, preferencia y consumo a nivel nacional, por lo que explican:

Esta estrategia tiene como marco las prioridades nacionales en materia de seguridad alimentaria y de salud, tratando de incrementar el consumo nacional e integrar a los hongos comestibles, funcionales y medicinales en el consumo familiar cotidiano tomando en cuenta la diversidad social, económica y cultural. (Mayet y Martínez-Carrera, 2016).

Estudio que cobra relevancia porque en la presente década se ha observado un incremento en la problemática de salud y calidad de vida en la población, por lo que los hongos comestibles son una alternativa viable de alimentación y de salud.

Los avances en estudios biotecnológicos han aportado nueva y valiosa información acerca de las propiedades nutricionales y funcionales de los hongos comestibles mostrando importantes contenidos en: proteínas, fibra, grasas y carbohidratos, y también propiedades de tipo funcionales, tales como antioxidantes, inmuno-moduladoras, anticancerígenas, antidiabética, anti-

hipertensión, entre otras. Son propiedades que los convierten en un alimento básico para la salud y la nutrición (García, 2014).

Con base en el conocimiento de las propiedades de este alimento, un objetivo que los investigadores del CB-HCFM están buscando alcanzar es que los hongos comestibles, sean considerados un ingrediente imprescindible del “plato del buen comer” y eventualmente sean incluidos en la canasta básica y su consumo forme parte de la política pública de alimentación en México (Martínez-Carrera, *et al.*, 2016).

En el caso de las comunidades rurales, los campesinos del Valle Alto producen: chile, hortalizas, frutales, maíz y frijol y los del Valle Bajo, legumbres, calabacitas, y maíz. Por lo tanto, el huitlacoche principalmente lo consumen en temporada de lluvia y a veces lo consiguen fuera de ella. En la zona rural la tradición del consumo como alimento es como acompañamiento de carnes o en guisados tradicionales o en “quesadillas” pero, aun se conoce poco acerca de otras recetas y por lo tanto no se ha adoptado la imagen del platillo “gourmet”, hasta ahora éste no forma parte de la cultura alimentaria rural.

En este punto, recordemos que un requisito para que los productores pudieran participar en la estrategia de vinculación, “producción controlada de huitlacoche” fue, que tuvieran conocimiento de las labores del campo y amplia experiencia en el cultivo del maíz.

Bajo esta condición y tomando en cuenta sus conocimientos tradicionales, la capacitación para el proceso de producción con la tecnología transmitida, se podría suponer que resultaría más efectiva y daría lugar a que los productores se apropiaran de manera más efectiva de la misma.

Por lo anterior, al finalizar la capacitación, por medio de entrevistas personales, se les pregunto a los productores: si consideraban haber aprendido la técnica y si creían tener la capacidad de aplicarla para producir ellos mismos el huitlacoche en forma intensiva, sobre lo cual los productores declararon que:

Aún estaban en proceso de aprender la tecnología productiva del huitlacoche, por lo tanto, no se consideraban con la capacidad para encargarse todavía de llevar a cabo el proceso

completo sin contar con la asesoría de los investigadores y técnicos de las diferentes universidades y centros de investigación. (Productores de Valle alto, 2018).

El proyecto incluyó utilizar buenas prácticas en la producción y manejo del huitlacoche, éstas fueron transferidas o enseñadas por parte de los investigadores del CB-HCFM hacia los productores. La siguiente gráfica muestra los flujos de transferencia de dicha información, dónde las fuentes de información (instructores) son representadas en color azul y los productores en color verde. El tamaño del nodo es proporcional a la importancia del nodo calculada con el indicador de Poder de Bonacich. A mayor tamaño del nodo mayor importancia del actor, ya sea como emisor de información (investigadores) o como receptor de información (productor de huitlacoche).

Grafica 4. Red de transferencia tecnológica de Investigadores a productores de huitlacoche

Fuente: Reyes, R. 2021.

En el cuadro 9, se muestran los principales indicadores de la red de transferencia de tecnología. La densidad es baja 16.67% y el índice de centralización es del 23.46%, esto significa que el 23% de la información que fluye en la red está centralizada por unos cuantos actores, en este caso porque son los principales emisores de información: DCMC, JMS, ITS como lo muestra la figura 2.

Cuadro 9. Indicadores básicos de la red de transferencia de tecnología

Indicador	Valor
Nodos	19

Relaciones	57
Densidad	16.67%
Centralización de entrada	23.46%

Fuente: elaboración propia, 2021.

En el siguiente cuadro 10, se aprecian los valores del indicador de poder de Bonacich, de entrada (*in beta centrality*) y de salida (*out beta centrality*). Los investigadores (color azul) tienen poder por sus relaciones de salida porque son emisores de información, mientras que los productores (color verde) tienen poder diferente de acuerdo a sus relaciones de entrada como receptor de la información. Los investigadores con mayor poder de transferencia fueron DCMC, ITS y JMS, mientras que los productores que recibieron mayor información fueron VAEn, VAAI, VAAn, VALe, VAMa, todos ellos de Valles Altos.

Cuadro 10. Poder de Bonacich normalizado de los actores de la red de colaboración en el CP

Actores	Poder de Bonacich normalizado	
	In beta centrality	Out beta centrality
AGM	0	1.305
DCMC	0	2.236
ITS	0	2.236
JMS	0	2.236
KCC	0	0.932
MSC	0	0.745
PMA	0	0.932
VAAI	1.528	0
VAAn	1.528	0
VAEn	1.783	0
VAGe	1.019	0
VALe	1.528	0

VALo	1.273	0
VALu	0.764	0
VAMa	1.528	0
VASo	1.019	0
VBHi	0.764	0
VBMa	0.764	0
VBPa	1.019	0

Fuente: elaboración propia, 2021.

Con ayuda del programa Key Player se identificaron a los actores clave como emisores de información, como receptores de información y como fragmentadores de la red. Los principales actores emisores de información fueron DCMC, ITS y JMS, estos actores alcanzaron 75% de la red. Los principales receptores de información fueron los productores: VAAI, VAAn y VAEn con 43.75% de acceso a actores de la red. El actor intermediario de la red es DCMC, de desaparecer este actor la red se fragmentaría sólo 3.8%, este valor es bajo y no representa un problema para la continuidad de la red.

4.6. Resultados

Las redes de conocimiento pueden ser abordadas a partir de distintas preguntas generales, de igual forma pueden ser analizadas con base en diferentes enfoques y concepciones. Desde hace varias décadas, investigadores de México (Casas, 2001, 2003 y 2015) y Latinoamérica, (Luna, 2003, 2005; Mario Albornoz, 2005, 2015; Claudio Alfaraz, 2015; José Luis Velazco, 2005; Hebe Vessuri, 2015 y otros) han desarrollado el tema de las redes de conocimiento con un enfoque analítico y de políticas para caracterizar los tipos de interacción entre ciencia, universidad y sociedad en la región latinoamericana. En esta investigación estas propuestas teóricas fueron retomadas para analizar la manera en cómo los actores que participaron en este programa se vincularon mediante un proceso de transferencia de tecnología, generando mecanismos de integración como son la naturaleza de la confianza y la función de la traducción.

Como se expuso en el capítulo anterior, el proceso se inició con la generación de conocimiento, y la obtención de financiamiento para ejecutar la estrategia de vinculación y desarrollo diseñada por Martínez-Carrera en el CB-HCFM, la cual fue propuesta y aprobada por el CONACYT (FORDECYT, 2016). Dicho proceso biotecnológico, fue transferido a productores cuyos resultados estuvieron evaluados por los mismos investigadores.

Las investigaciones de validación y parcelas demostrativas para la producción controlada de huitlacoche fueron emprendidas en 2016 durante varios meses, con productores de comunidades del Valle de Puebla. Esto permitió proceder a la promoción y divulgación del proceso biotecnológico por lo que actualmente el inóculo se comercializa para satisfacer la demanda de los productores a través del CB-HCFM (ver los productos y servicios disponibles en el siguiente portal: <https://hongosmedicinalesytusalud-cb-hcfm.com/index3.php>) El anterior proceso fue documentado y analizado, de lo que surgieron los siguientes resultados.

Un primer resultado fue referido por el grupo de investigación del CB-HCFM, quienes respondieron a la siguiente pregunta:

¿Considera que se cubrieron los objetivos del primer programa interinstitucional de transferencia de conocimiento hacia las comunidades rurales?

- Los investigadores y técnicos del CPP, respondieron:

Por medio de procesos biotecnológicos se logró preservar y obtener el inóculo para la producción misma, que permitió establecer un proceso productivo de carácter controlado, debido a que se demostró que, en la parcela, las hileras de maíz infectadas con el inóculo produjeron huitlacoche y no hubo diseminación a plantas de maíz contiguas no inoculadas. Por lo tanto, se consideró un resultado positivo porque sí se controló la producción. Se obtuvieron resultados de 70% a 85% de producto tanto en planta de maíz, como en el inóculo de huitlacoche y se realizaron pruebas con variedades de maíz criollo que mostró mayor resistencia al hongo.

- Con relación al costo que esta técnica representaba para los productores:

Los investigadores dijeron que les parecía que, por el costo, la tecnología transferida si era económicamente viable para ser asumida por pequeños productores. Esta idea parte de la base de que los productores tienen la tierra y la mano de obra calificada y únicamente requerirían comprar inóculo.

Con base en esa finalidad, los investigadores del CB-HCFM, determinaron tener a disposición suficiente inóculo para venta a productores, acción que también respondió a otro objetivo ya planteado en el programa, y se refería a que por medio de la venta de inóculo podrían obtener recursos para reinversión y uso en sus proyectos. Por la anterior razón, el grupo del CPP organizó paquetes conformados con equipo, insumos y semilla para la producción de huitlacoche y/o de otras especies novedosas de hongos comestibles como la seta. En el caso del huitlacoche, el Dr. Martínez –Carrera (2019) nos informa que el Kit se vende de dos formas:

- a) Insumos como: jeringa para inocular, inóculo, mascarilla, guantes y asesoría completa por parte de un investigador de la institución, tiene un costo de MN \$10,000.00 pesos.
- b) Otra opción es adquirir 1 litro de inóculo, por \$500.00.

Se estima que se emplean de 40 a 50 L por ha, según la densidad de plantación de maíz (Productor, 2019).

En este punto cabe mencionar que otro de los objetivos centrales del Proyecto CONACY-FORDECYT 273647, fue “reducir la alta dependencia de las importaciones de semilla para la producción comercial, así fomentar la soberanía alimentaria”.

Los investigadores comentaron que, al colaborar con productores, no percibieron, ni registraron en su bitácora, ningún tipo de aporte de sus saberes o sugerencias a la técnica productiva que les transfirieron a los productores, quienes a lo largo del proceso demostraron tener un alto conocimiento tradicional del cultivo del maíz. Acción que llevó a concluir que la transferencia de conocimiento de investigadores del CB-HCFM a productores del Valle de Puebla fue de carácter lineal y en forma inducida.

Acerca de lo anterior, y en referencia a que se hubiera generado un intercambio de conocimientos entre los grupos participantes, el M.C. Ing. Iván Castillo (2018) comenta:

Yo no lo registré en la bitácora, pero el Sr. Enares, durante el proceso productivo, realizó un cambio en el manejo del cultivo, algo así como “castigar al cultivo”, lo cual al enterarnos creímos que no funcionaría y por lo tanto no obtendríamos un buen resultado. Pero, al lograr la cosecha, la propuesta resultó buena, de hecho, fue una de las zonas con mayor producción, pero como esa acción salió de rango o sea que no se había seguido en forma puntual la técnica, no podía ser comparable con la técnica usada en otras comunidades en las que investigadores como Rodrigo y Ramiro tuvieron mayor interacción y más asesoría con los productores, fueron muy puntuales en usar la técnica, por lo tanto, ese cambio no se podía tomar en cuenta para el informe. (Castillo, 2018).

Con base en el mismo cuestionamiento, se entrevistó a los productores, preguntando acerca de cómo consideraron el proceso de transmisión de conocimiento, con base en el tipo de explicación de la técnica de producción de los investigadores hacia ellos.

- Los Productores de las comunidades rurales comentaron:

Que la forma de acercamiento les pareció muy organizada, con la presencia de todo el equipo de investigadores, la interacción cara a cara y el lenguaje que utilizaron, les dio confianza para participar.

En el caso de la comunidad de Zecalacoayan, Chiautzingo, su representante el Sr. Enares, funcionó como enlace y traductor de la estrategia de vinculación de los investigadores del CB-HCFM hacia integrantes del grupo y de otras comunidades, no solo explicando sus bondades y posibles ventajas, sino también en forma demostrativa con los resultados obtenidos en su parcela.

En este caso la proximidad geográfica y el conocimiento cultural fueron factores para que la comunicación fuera más fluida y se llegara al convencimiento de participar, porque hablan el mismo lenguaje, las mismas prácticas tradicionales y usos del producto.

-En relación, a la capacitación, 80% consideraron que esa técnica productiva les aportó elementos sobre las prácticas culturales que podrían servir para la mejora de su producción y creen que usar esta tecnología puede ser una posible fuente de ingresos:

- De la misma forma el 70% declara que una problemática fue la falta de continuidad en la asesoría.

- 100% comentó que aún con base en lo programado, la Institución no determinó ninguna propuesta de apertura a vías de comercialización, por lo tanto, su única opción fue vender el producto en el mercado local y consumirlo.

En cuanto a la vinculación y transmisión de conocimiento, dijeron que la transmisión de la tecnología productiva en campo por parte de los técnicos se desarrolló con un lenguaje claro, pero no se explicó el proceso productivo completo a todos los participantes, así que señalaron que “por el momento no podrían aportar nada de su conocimiento tradicional al proceso que les transmitieron” (Productores, 2018).

En esta etapa es importante explicar que los grupos de las comunidades que participaron en la estrategia de vinculación para la producción controlada de huitlacoche no estaban organizados como grupo con ningún tipo de figura asociativa, su colaboración solo fue en calidad de grupos comunitarios que aportaron mano de obra familiar, conformados por miembros de familia, parientes cercanos y algunos vecinos que participaron a solicitud del jefe de familia o representante. En la mayoría de los casos durante el proceso productivo, el CPP les contribuyó con un pago económico a la labor realizada.

En el caso del grupo de la comunidad de Zecalacoayan, Chiautzingo que representó el Sr. Enares, solo participó en la estrategia de vinculación hasta mediados del 2018, porque en el municipio de su comunidad le ofrecieron un puesto en el Cabildo, así que decidió retirarse. Y debido a que las tierras fueron trabajadas a medias, prestadas y compartidas entre varios productores tanto parientes como vecinos, los familiares y amigos que estaban participando con Sr. Enares, al enterarse que se retiraba del proyecto, también abandonaron la estrategia de vinculación.

En la Comunidad de San Mateo, hasta el momento continúan con la producción de traspato, participan como familia, el papá, la mamá y el hijo el cual ha demostrado tener más interés. A petición de ellos, son asesorados por el Dr. Isaac Tello.

A continuación se muestran en forma gráfica la evolución de las redes de colaboración institucional en materia de la estrategia de vinculación, donde se aprecia el crecimiento de la red a partir de que el actor DCMC comenzó el proyecto en 2015, hasta su implementación en 2017.

Grafica 5. Evolución de las redes de colaboración institucional en el tiempo

Fuente: Reyes, R. 2021.

En la gráfica 5, se muestran los cambios en el tiempo 2015, 2016, 2017, de los indicadores de la red. Como se puede apreciar el tamaño de la red y las relaciones crecen en cada año, la densidad disminuye de 2015 a 2016 y posteriormente vemos en la gráfica 5, que crece de 2017 a 2018, esto obedece a los cambios en el número de actores y sus relaciones. El índice de fragmentación disminuye con el paso del tiempo, lo que indica que la red se fortalece y se vuelve menos frágil ante la posible desaparición del actor clave, que en este caso es el Colegio de Postgraduados de Puebla creador del proyecto.

Grafica 6. Evolución de las redes de colaboración institucional en materia del proyecto de huitlacoche

Fuente: Reyes, R. 2021.

Este proyecto podría ser retomado por otro de los actores de la red y reactivarse con los lazos ya establecidos en este tiempo.

Cuadro 11. Indicadores de la red de colaboración para el Proyecto de Huitlacoche

Año	Actores	Relaciones	Densidad	Fragmentación	Actor clave
2015	3	6	100%	66.7%	CB-HCFM
2016	6	21	70%	33%	CB-HCFM
2017	11	36	32.73%	13.6%	CB-HCFM
2018	11	42	38.18%	13.6%	CB-HCFM

Fuente: elaboración propia, 2021.

Finalmente en el año 2018, concluyeron las investigaciones y la promoción de la producción controlada de huitlacoche financiadas por el proyecto CONACYT-FORDECYT 273647 (FORDECYT, 2016), dando lugar a la generación de productos y servicios para el sector por parte del CB-HCFM con base en la demanda regional y nacional.

Otro aspecto de esta actividad de vinculación del CPP con los grupos productivos del entorno, en el siguiente apartado se narra acerca la experiencia relacionada a la vinculación que se estableció entre investigadores del CPP y la comunidad estudiantil de los Centros de Bachillerato Tecnológico y Agropecuario (CBTA).

4.7. Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA): Una experiencia diferente de vinculación

Para desarrollar este apartado se considera conveniente ubicar un breve antecedente de como surgen los Centros de Bachillerato Técnico Agropecuario (CBTA'S).

La dinámica productiva y de la sociedad rural en lo general, ha ido retroalimentando al Subsistema Educativo Agropecuario, lo que lo ha llevado a reorientar su oferta educativa y la prestación de servicios; instrumentando carreras más atractivas para los jóvenes y sobre todo, ofrecer una educación con mayor pertinencia, para lo cual se buscaron mecanismos para fortalecer las acciones de vinculación con los sectores social y productivo de donde surgen las Brigadas de Educación para el Desarrollo Rural y por su dinámica de trabajo, se convierten en el brazo de enlace entre la sociedad rural y las Unidades Educativas. La Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria, (DGETA) fue una dependencia centralizada de la Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológicas de la Secretaría de Educación Pública. Fue fundada por Decreto Presidencial en 1970, el cual dio lugar a la creación de las escuelas agropecuarias como parte de un programa Institucional. De ahí en 1982, surgen los Centros de Bachillerato

Tecnológico agropecuario (CBTA) que en la actualidad continúan su actividad y se ubican en gran parte de la República mexicana. (Creación CBTA's, 2020:2).

En la actualidad son centros de enseñanza y capacitación agropecuaria. Parte de su comunidad estudiantil se conforma por alumnos que tienen de 17 a 22 años, son hijos de productores, la mayoría son originarios de la región en la que se ubica la institución en que estudian. Por su razón como centro educativo, se vinculan con varias instituciones y generan proyectos o actividades de colaboración con empresas o productores.

De igual forma el Colegio de Postgraduados es una institución que por normatividad institucional debe mantener una vinculación con grupos sociales, sobre todo con centros educativos como el CBTA. Al iniciar el proceso de difusión de la estrategia de vinculación programa “cosecha de huitlacoche producción controlada”, la comunidad académica del CBTA se enteró e interesó en participar.

Imagen 29. Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario, “Vicente Ferrer” en Calpan, Puebla

Fuente: Reyes, R. 2019.

Autoridades y alumnos de este centro se enteraron de la estrategia de vinculación, que ofrecía el Colegio de Posgraduados *Campus* Puebla, y sobre esto Romero (2020) quien es egresado y ahora profesor del CBTA, ubicado en Calpan, relata:

Nosotros nos enteramos de la estrategia de vinculación por indicaciones del ex director de la UEMSTayCM (Unidad de Educación Media Superior Tecnológica Agropecuaria y

Ciencias del Mar) Ing. René Becerril Toral, y para participar, se tuvo una reunión con el Dr. Daniel Martínez-Carrera del Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales del *Campus*, Puebla del Colegio de Postgraduados, CB-HCFM (...) Él nos proporcionó toda la información relativa al programa. El requisito para participar fue que se permitiera hacer uso de la parcela escolar para establecer una parcela demostrativa y crear grupos de productores en Calpan y en Chautzingo (...) Se capacitaría al personal docente que imparten los módulos profesionales en las carreras profesionales, a estudiantes y además el plantel fungiría como agente de transferencia de tecnología en estos dos municipios. (Romero, 2020).

Otra forma de enterarse fue a través de los medios electrónicos, por medio de los cuales se difundió un folleto que explicaba todo lo relativo al mismo (Colegio de Postgraduados, 2017). Los representantes de esta institución estuvieron presentes en el acto oficial de agosto de 2017, en un salón de eventos en la ciudad de Puebla, en el que investigadores del CB-HCFM e instancias gubernamentales, anunciaron la implementación de La estrategia de vinculación.

Esta experiencia de producción en el área de experimentación del CBTA tuvo la función de parcela demostrativa, porque además de que fue observada en su desarrollo por la comunidad de profesores y estudiantes, también fue mostrada y observada por numerosos habitantes del entorno (productores o no) así, cuando pasaban y veían en la parcela el tipo de cultivo y la calidad de producto obtenido, se acercaban a preguntar.

Los alumnos del CBTA aparte de cursar la carrera de técnicos agropecuarios son hijos de productores, cuando se instaló la parcela demostrativa, los alumnos que estaban cursando el “módulo de producción” en ese semestre fueron involucrados atendiendo algunas labores de mantenimiento en la parcela de producción, por lo que conocieron el proceso.

Como resultado de esta forma de vinculación los datos derivados de las entrevistas muestran que, en forma natural, este grupo social al interaccionar con los investigadores y habitantes de la zona, fue dando lugar a un proceso de configuración de red de transferencia de tecnología. Esto se refiere a que, aunque la transmisión de conocimiento por parte de los investigadores del CB-HCFM fue de tipo demostrativa, alumnos y maestros del CBTA, retomaron parcialmente la tecnología propuesta y con base en su conocimiento tradicional acerca

de la producción del huitlacoche y experiencia profesional, construyeron su propia técnica de producción. Esta misma acción permitió abrir una línea de vinculación con asesoría a familiares y grupos sociales del entorno territorial, para producir en sus propias parcelas.

La vinculación entre la comunidad académica del CBTA y grupos sociales a su vez ha dado lugar a otra forma de interacción en este caso, entre el grupo de investigación del CB-HCFM y los grupos sociales, del entorno. Este proceso fue resultado de que los productores que cotidianamente observaron el desarrollo del cultivo, fueran mostrando interés y se acercaran para obtener asesoría en la producción de huitlacoche y setas, y como parte de la asesoría, eran enviados al CPP a comprar el inóculo o micelio según la especie. En una línea de vinculación queda así:

CB-HFCM → CBTA → PRODUCTORES → CB-HFCM

Por su parte los investigadores del CB-GHCFM, han advertido y registrado dicha actividad, sobre esto el M.C. Castillo, comenta:

El hecho de que los productores de diferentes zonas del entorno regional, con cierta regularidad acudan a comprar inóculo o micelio, es una actividad que complementa el proyecto del CPP, porque esa acción nos está proporcionando una serie de datos acerca de las zonas y tipos de productores que están interesados en producir hongos comestibles como huitlacoche y setas (Castillo, 2018).

Como parte del programa en forma paralela a esta actividad, en el 2018 el equipo del CB-HCFM, produjeron huitlacoche en otras comunidades y del producto resultante, la comunidad del CBTA recibió una parte, el cual fue repartido entre profesores y alumnos.

Posteriormente y como parte de su informe anual para el CONACYT el CB-HCFM del Campus Puebla del Colegio de Postgraduados organizó en noviembre de 2019 el primer Foro, Simposio y Feria gastronómica “Los hongos comestibles, funcionales y medicinales: aportación a la dieta, la salud, la cultura y al sistema agroalimentario de México”.

El Foro y Simposio se realizaron en el Centro de Vinculación de la UPAEP y la Feria Gastronómica en la Facultad de Gastronomía y Restaurante Quinze, de la misma Universidad,

con conferencias magistrales, ponencias, talleres, muestra gastronómica, estadísticas de producción, resultados de investigación, y mostrando el proceso de cultivo, uso y consumo de huitlacoche, etc. (Ver programa, en anexo).

Por su parte los del CBTA de Calpan, también en 2019, organizaron en sus instalaciones el “Congreso Estatal de Investigación”, en el que planeaban presentar por medio de un cartel y ponencia, el resultado de la vinculación y transferencia de la técnica de cultivo del huitlacoche, dando crédito al grupo de investigación del CB-HCFM *Campus* Puebla, del Colegio de Posgraduados por su asesoría.

4.7.1. Resultados de la experiencia con el CBTA

Como se pudo en el caso de la comunidad de alumnos y profesores de los CBTA, en relación a la estrategia de vinculación con los investigadores del CB-HCFM, se generó una forma de colaboración muy diferente.

El CBTA por su naturaleza como centro de enseñanza y vinculación con productores, al observar la tecnología para la producción intensiva del huitlacoche, la aplicaron utilizando sus conocimientos tradicionales y realizando varios ajustes a la tecnología y al final pudieron constatar la efectividad de la técnica.

Por lo anterior, La comunidad del CBTA al establecer una producción en la parcela demostrativa permitieron que, vecinos y familiares de los alumnos observaran el proceso, dando como resultado que varios de ellos estén tratando de aplicar la tecnología, asesorados por ellos mismos.

Acerca de la actividad anterior, los investigadores del CPP, han aprovechado, llevando un registro, en el que se asienta que varios de los compradores de inóculo para producir huitlacoche son enviados por ingenieros del CBTA. Registro importante para los investigadores del CPP, porque les permitió reconocer a grupos de productores y zonas con mayor interés.

4.8. Afectaciones al proyecto por el contexto

En el contexto, se dieron diversos acontecimientos que incidieron en forma decisiva en el desarrollo del proyecto, tales como: 1) Eventos climáticos (terremoto, 2017) que afectaron parte de la infraestructura del CPP y generaron un cierre temporal de instalaciones deteniendo toda actividad de investigación, vinculación y construcción del edificio; 2) Elecciones y remplazos de directivos del gobierno Federal, del Estado y local, redundando en cambios en la relación interinstitucional, afectando el posible apoyo al proyecto; 3) Reformas en las política de estado con relación a la investigación en Ciencia y la Tecnología, resultando en una disminución del apoyo en recursos económicos por parte del CONACYT (2018); 4) Una huelga del Sindicato de trabajadores en el CPP (2018), con cierre de instalaciones; todo lo anterior generó un exceso de carga académica y de trabajo de los investigadores del CPP; falta de personal calificado para seguimiento en la producción y comercialización a los productores que estaban participando.

En el caso del proyecto, se continuó con los trabajos de construcción, pero en forma más lenta y pausada por los cierres obligados de la institución, además fue necesario evaluar qué áreas serían prioritarias de acondicionar para su funcionamiento y uso.

En esta fase, es preciso mencionar que, ante estos cambios, el Dr. Daniel Martínez-Carrera como coordinador del proyecto CONACYT-FORDECYT 273647 y de la estrategia de vinculación, en todo momento y en cada uno de estos acontecimientos, fue consultando y negociando con varias Instituciones y sus responsables para el seguimiento de la obra de construcción en proceso como parte del proyecto (Constructora, materiales de construcción, compra de equipo, asesores externos al proyecto, mano de obra, etc.) proponiendo diferentes alternativas para evitar retrasos y aprovechar lo que ya se había avanzado.

A pesar todos aquellos acontecimientos y ahora con la pandemia por Covid-19, los investigadores del CB-HCFM en su momento, solicitamos y obtuvimos financiamiento de otras instancias lo que nos permitió seguir adelante con el proyecto y evitar que los recursos destinados para infraestructura, equipo, mano de obra, e investigación, etc. no quedaran sin ser utilizados, ya que fueron adquiridos con recursos de la nación a través del CONACYT (Daniel Martínez-Carrera, 2020).

Los factores mencionados fueron algunos de los motivos que a lo largo del ciclo 2016 a 2019 suscitaron interrupciones en el proceso de seguimiento de la estrategia de vinculación para la producción controlada de huitlacoche, de igual forma afectó la vinculación entre los grupos participantes, reduciendo la interacción entre investigadores y productores quienes finalmente se alejaron del proyecto y de esta forma se dio por terminada la colaboración.

El seguimiento de la estrategia de vinculación establecida por el proyecto CONACYT-FORDECYT 273647, una vez concluidas las etapas de capacitación, difusión y promoción de la biotecnología de producción, permitió evolucionar hacia un modelo de generación de productos y servicios por parte del CB-HCFM, no tan sólo a los productores involucrados, sino también al resto de la Cadena Agroalimentaria Microbiana Emergente de los Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales en todo el país.

Directa e indirectamente a pesar de los factores antes mencionados que incidieron en el ritmo de trabajo que los investigadores del CB-HCFM habían programado para implementar la estrategia de vinculación para “la producción controlada de huitlacoche”. Aun así el proyecto macro, siguió su cauce. A pesar de los cambios citados, con la labor de negociación del Dr. Martínez-Carrera para la obtención de más recursos, se logró avanzar en la construcción de infraestructura con laboratorios y áreas de investigación, compra, instalación y puesta en funcionamiento de equipo de medición. El 14 de diciembre de 2020, se llevó a cabo la inauguración del Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales del *Campus* Puebla del Colegio de Postgraduados (CB-HCFM).

En forma paralela, con las experiencias vividas durante este tiempo, el equipo involucrado en el proyecto recabó importante información que servirá de base para nuevos trabajos de tesis y la propia investigación.

Con la participación de los diferentes sectores investigadores, técnicos, trabajadores administrativos y estudiantes de posgrado internos y colaboraciones externas, se logró avanzar en la formación de capital humano y se impulsó la vinculación con sectores empresariales,

interinstitucionales, nacionales y extranjeros y también grupos sociales urbanos, presentes en los eventos que como parte del reporte anual al CONACYT se celebraron cada fin de año.

En esta parte cabe mencionar que todos estos acontecimientos, también redundaron en el ritmo y avance de la investigación para la presente tesis, debido a los cierres de instalaciones, las ausencias de los investigadores y las reclusiones domiciliarias involuntarias no fue posible revisar resultados del trabajo registrado en bitácoras, documentos y demás información relativa al proyecto desarrollando y registrado por el equipo del CPP.

De la misma manera también influyó en la comunicación con los productores de las diferentes comunidades, pues para cuestiones de entrevistas, para programar visitas a productores, se dependía de la presencia de alguno de los investigadores que tuvieran contacto con la comunidad.

Contrastación de hipótesis

En la actualidad, México se enfrenta a graves dificultades en la calidad de vida y la salud en su población. Asimismo, el cambio climático, la contaminación por el uso excesivo de agroquímicos y la extracción desmedida de los recursos naturales por empresas transnacionales, entre otros problemas, ponen en riesgo la seguridad del país. Por eso es imperante y necesario encontrar alternativas para mejorar la calidad e incrementar la producción de alimentos y eso puede ser posible si las tecnologías e innovaciones endógenas contribuyen en su solución.

También, es necesario cambiar la concepción de la población acerca de la producción, disponibilidad y uso de los recursos naturales, en el sentido del cuidado de la biodiversidad, en este momento y principalmente para las futuras generaciones, concebir la manera de inculcar la necesidad de un cambio en la mentalidad para una mejor salud y mayor conciencia en el cuidado del medio ambiente.

México se considera lugar de origen del maíz, un producto que marca nuestra historia cultural, alimenticia y económica. De él depende la producción de huitlacoche, ambos productos son básicos para la alimentación y economía de gran parte de nuestra población.

Por esta razón, la tesis de doctorado abordó un tema prioritario en la transferencia de la tecnología, es decir, el de las redes de conocimiento e innovación; bajo la idea de poder analizar acerca de la forma en que las redes, se van construyendo, y de igual manera conocer la interrelación para la colaboración entre instituciones o centros públicos de investigación y los productores. Fue fundamental, rescatar cómo hace un poco más de dos décadas los teóricos mexicanos y latinoamericanos contribuyó en generar conocimiento e implementaron procesos de transferencia entre los diversos actores sociales, quienes serán los beneficiarios por los resultados obtenidos en los centros de investigación y universidades públicas.

Para esta investigación se planteó como problemática la falta de información acerca de cuáles son las vías y formas de comunicación entre investigadores del CPP y productores de huitlacoche del Valle de Puebla, bajo la consideración de que la transmisión de tecnología debe en su momento convertirse en un intercambio de conocimiento, con el objetivo de que se tomen en cuenta los intereses y las necesidades de ambas partes.

En este caso, los resultados muestran que el conocimiento solo fluyó a partir del Centro público de investigación, generando una vía lineal de conocimiento, hacia los productores y el beneficio principal de esta vinculación fue para el Centro. Por esta razón, se observa que a pesar de que las nuevas propuestas teóricas acerca del proceso de interacción para la enseñanza y capacitación es tratar de generar un conocimiento en forma transversal en la que se tomen en cuenta todas las dimensiones, vemos que desde los Centros públicos de investigación en su quehacer de investigación aún se mantiene vigente una jerarquía social, en la que prevalece el interés institucional.

Este estudio de caso se enfocó en la estrategia de vinculación que el Centro público de investigación generó con el objeto de beneficiar a los productores. En dicho proceso se pudo constatar cuáles fueron los mecanismos de traducción aplicados para incentivar la confianza, con el objetivo de conseguir la colaboración de los productores, observando que fueran efectivos en la medida de lograr integrar a un número importante de comunidades. Pero en el transcurso del proceso y a medida que se avanzaba en el proyecto, algunos de los productores no percibieron la posibilidad de una ganancia rápida, por lo tanto, se fueron alejando del grupo de investigación hasta abandonar el proyecto.

Sobre esto podemos decir que, los resultados obtenidos mostraron que los investigadores planearon y hasta cierto punto aplicaron en forma muy completa la estrategia de vinculación, sólo, que no estimaron el suficiente personal disponible que pudiera dar seguimiento del proyecto con los grupos de productores. Éstos por su parte son complejos grupos sociales que se gobiernan principalmente por la solidaridad, la identidad y la proximidad territorial. En este caso, los productores no tenía ninguna figura asociativa, aun así, se observó que estaban organizados con relación a sus intereses y necesidades, por lo tanto, al no ver resuelta su carestía económica ante el Centro público de investigación, decidieron buscar otras alternativas.

El cultivo del huitlacoche, en la actualidad, se considera un producto con muchas ventajas alimenticias, funcionales y medicinales y por ende económicas. Para el centro público de investigación esta, entre otras, fue razón suficiente para generar una estrategia de vinculación hacia los productores, los cuales en forma clara y expedita no expresaron demanda e interés específico para producir huitlacoche. Lo anterior cobra relevancia puesto que, en la construcción

de una red, los actores y procesos que participaron en la producción y transmisión de conocimiento científico pueden ser analizados desde la perspectiva de tomar en cuenta su potencialidad para realizar ciertas actividades y producir un conocimiento que genere impactos sociales positivos, por lo que esta oferta de conocimiento producido tendría cierto potencial para responder a las problemáticas sociales. Así, las características de esta oferta, su calidad o su especificidad temática, deberían dar cuenta de su correspondencia y vinculación con las demandas de la sociedad y ofrecer una medida de la capacidad de influencia e impacto de los actores científicos en el grupo social.

En general, por una parte, con esta propuesta se esperaba que el grupo de investigadores generara una estrategia local suficientemente sólida para influir en el entorno y derivarla a nivel regional, y por otra, que la vinculación indujera a un real intercambio de conocimiento en el que se reconociera las aportaciones de los productores con el fin de nutrir y mejorar la tecnología, lo cual a la larga establecería una red de conocimiento.

En esta etapa del proyecto, con la estrategia de vinculación para producción de huitlacoche la transferencia de tecnología esperada no sucedió, pero se reconoce que los conocimientos y experiencia adquirida por el grupo de investigadores del CPP es valiosa y contribuye para detectar los aspectos sensibles de este tipo de procesos que son complejos ante la diversidad de actores sociales que participan y ante condiciones adversas no solamente económicas, sino también políticas y sociales.

Finalmente, el proyecto desde el Centro Público de Investigación, se considera una experiencia de éxito, pero lo que es cierto es que, a pesar de la planeación y acciones muy profesionales por parte de los investigadores, las condiciones imperantes en el contexto dieron un giro inesperado a los resultados. Desde la perspectiva de éxitos y fracasos, este caso representa una buena oportunidad de valoración por parte de los actores involucrados, para los próximos proyectos que tienen como objetivo transferir tecnología y crear espacios regionales de conocimiento.

CONCLUSIONES

Las metodologías empleadas permitieron cubrir los objetivos propuestos de la presente investigación y fueron de utilidad para analizar el proceso de transmisión de conocimiento, con relación a la estrategia de vinculación para la producción controlada de huitlacoche y su influencia en el capital humano y social de los productores.

El proyecto se concibió con base en una problemática, referente a la vinculación que se establece entre investigadores y productores en el proceso de transmisión de conocimiento.

Establecer una vinculación para desarrollar proyectos entre un Centro público de investigación con grupos sociales rurales, se puede tornar ardua por varias razones, una es la heterogeneidad de los actores, factor que incide en el modo de capacitación y formación de recursos humanos, y en muchos casos, por parte de los investigadores hay una desvalorización del conocimiento tradicional. Factores que inciden en la planeación, desarrollo y seguimiento de cualquier proyecto.

En este caso, se tiene la presencia de una serie de actores que, por medio de la interacción y colaboración, alrededor del programa productivo generaron intereses comunes, a pesar, de que por parte de los productores no hubo una demanda específica relacionada con la producción de huitlacoche, pero si intentaron adoptarla con el fin de obtener un bienestar o mejora de vida.

La función de traducción del conocimiento estuvo a cargo principalmente de los investigadores y técnicos del CPP y fue efectiva, no solamente por el lenguaje empleado, sino también por las acciones demostrativas de trabajo con buenos resultados dando lugar a la colaboración en conjunto y fomentó la confianza, acciones que se compaginan con el concepto para la construcción de redes de conocimiento. Pero, a medida que avanzaron en la capacitación y asesoría, por diversos factores como falta de personal para atender a los grupos, reducción en los recursos económicos asignados y los factores ambientales y sociales mencionados, las acciones derivaron en la suspensión de asesoría y seguimiento.

En el proceso de capacitación los investigadores ubicaron las habilidades y conocimientos de cada productor (saber hacer) lo que permitió una mejor organización e implementación del programa productivo, pero, se observó que para la transmisión del conocimiento prevaleció el método lineal en el cual el CB-HCFM fungió como emisor y los productores como receptores del conocimiento. Los resultados de las entrevistas mostraron que por parte de los productores el conocimiento fue recibido sin considerar usarlo, modificarlo o apropiarse de él.

En el caso de la vinculación con la comunidad del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario, por parte del Colegio de Posgraduados como institución convocante, no quedó muy claro y por diversas circunstancias, no fue posible indagar más acerca del porqué los investigadores del CB-HCFM no generaron una estrategia de vinculación que fomentara la interacción y la colaboración para la transmisión del proceso de innovación. Se parte del argumento que debió considerarse que la comunidad del CBTA está conformada por un grupo social amplio (estudiantes y profesores) los cuales, por su naturaleza heterogénea de origen y nivel de formación académica, cabría una mayor posibilidad de vinculación y construcción de una red, no solo con ellos, sino también con las comunidades del entorno y de la región, actividad que en corto tiempo y continuidad, beneficiaría a todos los grupos sociales participantes.

La mención a la posible conformación de redes de colaboración solo será posible, organizando nuevas estrategias para la vinculación entre las universidades y su entorno y bajo la idea clara de generar una real inclusión social, con la activa participación de los grupos.

En este punto es importante mencionar que uno de los objetivos de este programa productivo, fue generar una estrategia para incentivar en las comunidades rurales, la cultura del consumo de hongos comestibles, porque se ha confirmado científicamente que estos, representan una alternativa limpia, barata y nutritiva para la alimentación.

Pero, esa actividad de concientización es a largo plazo e involucra no solo a instituciones que generan la tecnología, sino también a aquéllos organismos que otorgan apoyos económicos para crear este conocimiento, especialmente a los que disponen y hacen válidas las políticas de ciencia, tecnología e investigación y políticas relativas a programas federales de abasto

alimenticio (canasta básica), que es necesario dirigirlas a la sociedad con el fin de frenar una problemática que ya nos aqueja en México que es la malnutrición, con efectos en el peso y la salud de la población. Y como parte de ello, buscar la participación social con objeto de impulsar la mejora en producción y economía de cada uno, acción que puede contribuir a fomentar la inclusión social.

Lo expuesto en conjunto es importante porque ubica a las instituciones como agentes que podrían impulsar la producción campesina mediante su inserción en programas federales de abasto alimenticio, asesorías productivas y vinculación entre productores y consumidores, siempre y cuando la estrategia incluya formación de personal calificado y seguimiento a proyectos.

Durante la “Estrategia de vinculación: producción controlada de huitlacoche”, se construyeron canales de transmisión de conocimiento, con base en la interacción y colaboración con productores del entorno pero por diversos factores en el contexto político y socioeconómico, no se logró una inclusión social.

Sin embargo, esos son los dilemas a los que se enfrentaron para la construcción de una red de conocimiento los investigadores del Colegio de Postgraduados y los productores de huitlacoche en el Valle de Puebla; experiencia que se rescata en esta tesis, esperando que contribuya para generar nuevas propuestas, más cercanas a la inclusión social y a una transmisión del conocimiento que permita el fortalecimiento de las redes socio-técnicas.

Entrevistas

- Martínez Carrera Daniel C., 2012, 2017, 2018. Director del Proyecto CONACYT-FORDECYT 273647 Estrategia para fortalecer la competitividad de la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales, en los Estados de Puebla, Veracruz y Oaxaca, mediante el desarrollo e implementación de procesos biotecnológicos para la producción de semilla mejorada. Profesor-investigador del CPP y responsable técnico del Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales del CP-SADER-CONACYT (CB-HCFM).
- Castillo, Iván, 2018, CP Puebla, Asistente general del Proyecto, Estudiante de posgrado en CPP.
- Morales Almora, Porfirio. CP Puebla, 2018. Profesor-investigador del CPP.
- Morales, Joaquín. UAEM, Morelos, 2017. 2018. Instructor del Proyecto, egresado de la UAEM.
- Casares, Kaori. UAEM, Morelos, 2017, 2018. Instructora en el proyecto, egresada de la UAEM.
- Tello Salgado, Isaac. 2018. Profesor-Investigador de la UAEM, Morelos. Co-Coordinador del proyecto.
- Montiel, Elizur, 2019, Profesor-investigador de la UAEM, Morelos.
- Arellano Flores, Enares, Productor de la comunidad de Zecalacoayan, Chiautzingo, 2018, Puebla.
- López Díaz, María Elena, Productora de la comunidad de Zecalacoayan, 2018, Puebla.
- Sr. Fernando, productor de la comunidad de San Mateo, 2018, Puebla.
- Peña, José Luis, 2019, director del CBTA, Calpan, Puebla
- Blanco Ramírez, Marcelino, 2019, egresado del CBTA, Calpan, Puebla.
- Romero, Jorge, 2020, profesor del CBTA, Calpan, Puebla.

Referencias

- Aguilar, A. S., Pérez, M., J. Ferrera, C., Ronald, Grimaldo, J., Onécimo; Cervantes, D. L. & González, M, D. (2009). Hongos ectomicorrícicos y la tolerancia a la salinidad en plantas. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 163-168, 2009. Versión impresa ISSN 0716-078X.; versión electrónica Rev. chil. hist. nat. v.82 n.1 Santiago mar. 2009.<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2009000100011>
- Albornoz, M., Estébanez, M. E., Alfaraz, C. (2006). Alcances y Limitaciones de la noción de impacto social de la ciencia y la tecnología. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad- CTS*, vol.2, núm. 4, ene., pp 73-95. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior. Buenos Aires, Argentina.
- Albornoz, M. y Alfaraz C. Eds. (2006). *Redes de Conocimiento: Construcción. Dinámica y Gestión*. Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT). Buenos Aires, Argentina.
- Arellano H. A., (2003). La sociología de las ciencias y de las Técnicas de M. Callon y B. Latour, En Ocampo L. J., Patlán M. E. y Arellano H. A. Coord. 2003, *Un debate abierto, las escuelas y corrientes sobre la tecnología*. Universidad Autónoma Chapingo, Programa de Investigaciones Históricas, CIESTAAM. Estado de México.
- Arellano, A. y Kreimer P. (2009). Coord. *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*.
- Arqueología mexicana, (2019). *Cultivos mesoamericanos*. Edición especial núm. 84. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Ed. Raíces, S.A. de C.V.
- Arvanitis, R. (1996). Redes de investigación e innovación, un breve recorrido conceptual. *Revista latinoamericana de estudios del Trabajo*, Vol. 2, Núm. 3, Redes y Regiones, Una Nueva Configuración.
- Baca del Moral, J. y Cuevas R. V., (2018). Desvinculación de las políticas públicas en el campo mexicano. *Revista Andamios*. Volumen 15, número 38, septiembre-diciembre.
- Beas F. R., Loarca P., Guzmán G. M., Rodríguez, S. H., Vasco M., N. L. & Guevara L., (2011). Potencial nutracéutico de componentes bioactivos presentes en huitlacoche de la zona centro de México. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 42(2), 36-44. Recuperado en 09 de febrero de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-01952011000200006&lng=es&tlng=es.

- Bijker, W. (1995): *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs. Toward a Theory of Sociotechnical Change*, MIT Press, Cambridge.
- Bonacich, P. (1987). Power and centrality: A family of measures. *American Journal of Sociology*, 92(5), 1170–1182.
- Calderón F. L. (2010). Caracterización clásica y molecular del huitlacoche (*Ustilago maydis* (DC.) Corda), hongo de importancia social y económica en la región central de México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Programa en Estrategias para el desarrollo Agrícola Regional, *Campus* Puebla, Puebla.
- Callon, M. (1998) El proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta para el análisis sociológico. En Doménech Miquel y Francisco Javier tirado, (Compiladores) (1998), *Sociología Simétrica, ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*, Ed. Gedisa.
- Campos, R. G. y Germán, S. D. (2005). La vinculación universitaria: ese oscuro objeto del deseo. *REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa* Vol. 7, No. 2. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada. México.
- Casas R. (2004). Ciencia, Tecnología y Poder. Elites y campos de lucha por el control de las políticas. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, vol. 11, núm. 35, mayo-agosto, pp. 79-105. UAEM, Toluca, México.
- Casas R. y Luna, M., (2011). De redes y espacios de conocimiento, significados conceptuales y de política. En, Antonio Arellano, H. y Kreimer, p. Ed. (2011). *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*. Colección estudios sociales de tecnología en América Latina. Siglo del hombre, editores, Bogotá, Colombia.
- Casas, R., (2020). *Las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, dilemas a propósito de la epidemia de COVID-19*. Ponencia presentada en el Congreso Mexicano de Ciencias Sociales, realizado en forma virtual en 2020.
- Casas, R., (2015). Hacia un enfoque analítico y de políticas para las interacciones entre ciencia, universidad y sociedad en la región latinoamericana. *Cuestiones de Sociología*, n° 12, 2015. [Fecha de consulta 28 de noviembre de 2017] Recuperado de: <http://www.cuestionessociologia.fahce.unlp.edu.ar/article/view/CSn12a04>
- Casas, R., (2016): *El enfoque de redes y flujos de conocimiento en el análisis de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad*. Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM. Universidad de San Luis, Revista Kairos, septiembre de 2016, México.

- Casas, R., (2003). *Enfoque para el análisis de redes y flujos de conocimiento*. UNAM.
- Casas, R., Coord. (2001). *La formación de redes de conocimiento*. Una perspectiva regional desde México. Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM. Ed. Anthropos. México.
- Casas, R., Corona, J. M., Jaso, M., Vera-Cruz, A. (2013). Construyendo el diálogo entre los actores del sistema de ciencia, tecnología e innovación. *Libro conmemorativo a 10 años de la creación del Foro Consultivo, Científico y Tecnológico*, México, Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Editorial Gustavo Casasola. México.
- Castañeda de León, V., D. Martínez-Carrera, P. Morales Almora, M. Sobal Cruz, A. Gil Muñoz & H. Leal Lara. (2016). El Cuitlacoche, producto de la interacción Ustilago maydis – maíz, una aportación de México al mundo en el sistema agroalimentario microbiano. Cap. 31, pp. 641-694. En Martínez-Carrera, D. & J. Ramírez Juárez. Eds. (2016) *Ciencia Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México*. Editorial del Colegio de Posgraduados-AMC-CONACYT-UPAEP-IMINAP, San Luis Huexotla, Texcoco, México. 856 pp. ISBN: 978-607-715-314-6.
- Castañeda de León, V. T. y Leal Lara, H., (2012). Logros y desafíos de la producción masiva de “cuitlacoche” Ustilago, maydis, en México. Pp. 193-206 *En: Hongos Comestibles en Iberoamérica*. Eds. J.E. Sánchez & G. Mata. Colegio de la Frontera Sur. México D.F.
- Castañeda Z., Y. y Calderón H. Y. (2020). Resiliencia campesina en época de pandemia por la COVID-19. Quali una experiencia de consumo saludable, en *TIEMPO UAM, Cultura, Sociedad y Tecnología*. <http://tiempouam.azc.uam.mx>, consultado el 22 de enero de 2020.
- Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario, CBTA. *Historia de su creación*. <https://alumnosonline.com/prepas/cbta/historia.php>, consultado el 6 de mayo del 2020.
- Centro de Biotecnología de Hongos comestibles, funcionales y medicinales del Campus Puebla del Colegio de Posgraduados. Productos y servicios disponibles en el siguiente portal: <https://hongosmedicinalesytusalud-cb-hcfm.com/index3.php>
- Chauvet, M. (2015). *Biotecnología y Sociedad*. Biblioteca básica. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Colegio de Posgraduados, Puebla. *Proyecto CONACYT-FORDECYT 2016-2019* <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-fordecyt/convocatorias-cerradas-fordecyt/fordecyt-2016-01/11010-fordecyt-demandas-2016-01/file> Consultado, 2019.
- Colegio Posgraduados, *Plan rector 2017*. <http://www.colpos.mx/wb/index.php/campus-puebla/> consultado el 15 de enero de 2020

- Colegio Posgraduados, Puebla, *Página del laboratorio hongos comestibles*. <http://www.hongoscomestibles-latinoamerica.com/>. Consultado enero de 2019.
- Colegios de Posgraduados, campus Puebla. *Proyecto Institucional de Vinculación* en: <https://colpospuebla.mx/vinculacion>. Consultado agosto de 2019.
- Cómo hacer y aplicar bocashi: Abono orgánico para tus cultivos. *sistemaagricola.com.mx › blog › guia-para-la-elaboración*. 3 marzo de 2017.
- CONACYT y Gobierno de México. (2020). Programa Institucional del CONACYT, objetivos prioritarios. Ponencia en el 2º Simposio de proyectos FORDECYT. Proceso de reorientación de ADESUR. *Gobierno de México*.
- CONACYT, (2015). Agencia informativa, ciencia mx, noticias.
- CONEVAL (2017). Presentación y análisis del Inventario Federal de Programas y Acciones de Desarrollo Social 2016- 2017. Recuperado de <https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/IPFE/Paginas/historico.aspx>
- Creación de los Centros de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA), 2020.
- David, P. y Foray, D. (2002): Fundamentos económicos de la sociedad del conocimiento, *Comercio Exterior*, vol. 52, num. 5. Pp. 472-490.
- De la Rosa, J.V. (2018) Colegio Posgraduados <https://www.hortalizas.com/cultivos/produccion-de-huitlacoche-por-inoculacion/> consultado 4 abr de 2020.
- Edähi. *Boletín Científico de Ciencias Sociales y Humanidades del ICSHu*. Vol. 8, No. 15, 65-72.
- Estébanez, M.E. (2003): Impacto social de la ciencia y la tecnología: estrategias para su análisis, en *RICYT: El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos / interamericanos 2002*, Buenos Aires, Argentina. RICYT, pp. 95-103.
- Estudios Agrarios núm. 125, http://www.pa.gob.mx/publica/rev_35/Estadisticas.pdf
- Etcheves J. D.; Vinisa S. y Mariana M. S. (2016), Manejo sustentable del suelo para la producción agrícola. Colegio de Posgraduados, Montecillo, programa de edafología. En Martínez Carrera D. y J. Ramírez Juárez, Eds. (2016), *Ciencia Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México*. Editorial del Colegio de Posgraduados-AMC-CONACYT-UPAEP-IMINAP, San Luis Huexoltla, Texcoco, México. 856 pp.
- FAO, (2013). www.fao.org/focus/s/obesity/obes2.htm
- García G. R., (2005). El enfoque de redes socio-técnicas como herramienta metodológica para los estudios territoriales de la tecno-industria. *Quivera* [en línea], 7.

- García J. R., (2014). *Propuesta de modelo de negocio para la reactivación de la empresa productora de huitlacoche*. Tesis grado de Maestro en estrategia agroempresarial, México.
- Gibbons, M., H. Limonges, H. Nowotny, S. Schwartzman, P. Scott, y M. Trow. (1994) *The New Production of Knowledge*. London, Sage Publications.
- Giraldo P. M. (2019). *Políticas regionales de ciencia y tecnología. Capacidades interactivas, redes y desarrollo territorial en dos parques tecnocientíficos de México y Colombia*. UNAM, Centro de Investigaciones sobre América Latina y el Caribe. México.
- Glavich, E., (1995). Reseña de Nunca hemos sido modernos. Ensayo de antropología simétrica de Bruno Latour. *Redes*, vol. 2, núm. 3, abril, pp. 208-212 Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina.
- Gobierno del Estado de Puebla, (2017). *Presentación oficial de proyectos productivos*. <https://www.colpos.mx/wb/index.php/notas-informativas/el-campus-puebla>
- Gómez, L. y Tacuba, A. (2017). La política de desarrollo rural en México. ¿Existe correspondencia entre lo formal y lo real? *Economía unam*, 14(42), 93-117.
- González M. A. y Castañeda Z. Y. (2019). Bioseguridad en biotecnología agrícola en México. La política del Estado y el papel de las organizaciones sociales, en *Rev. Sociológica México*. No. 97. Pp. 183-213.
- Granovetter, M. S. (1973). The strenght of weak ties, *American Journal of Sociology*.
- Gross, J. y Stern, R. (2001). Knowledge networks in global society: Pathways to development, en Gross, J., Ester, R. y Maclean M., (eds.) 2001. *Networks of knowledge*, Canada, IPAC, IAPC, University of Toronto Press, pp. 3-28.
- Hernanz, J. A. (2012). *Guía de orientaciones en el presente. Hitos para la comprensión de la Tecnociencia en la sociedad del conocimiento*. Jalapa, Veracruz: Universidad Veracruzana.
- Hirschman, A. O. (1984). Against Parsimony: Three Easy Ways of Complicating some Categories of Economic Discourse. *The American Economic Review* 74, núm. 2.
- INEGI, (2019). Mapas: División política de los Estados de México. <https://www.paratodomexico.com/estados-de-mexico/estado-puebla/municipios-puebla.html>
- Jiménez, S. L., A. León M. y Hernández J. M. (2016). La agricultura mexicana y su potencial en la alimentación: el contexto actual. Cap. 1. pp. 3 a 26. En *Ciencia Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México*. D. Martínez-Carrera & J. Ramírez Juárez. Eds. (2016) Editorial del Colegio de Posgraduados-AMC-CONACYT-UPAEP-IMINAP, San Luis Huexotla, Texcoco, México. 856 pp. ISBN: 978-607-715-314-6.

- Juárez, P. y Avellaneda, N. (2011). Red de Tecnologías para la inclusión social. Construyendo conocimiento científico y tecnológico entre Estado, Universidades, Cooperativas de trabajo y OSC. Ponencia presentada en el *XI Congreso Iberoamericano de extensión universitaria*. Santa Fe, noviembre, www.unl.edu.ar/iberoextension.
- Kreimer, P. (2003). *Conocimientos científicos y utilidad social. Ciencia, docencia y tecnología*, (26). Recuperado del sitio http://www.revistacdyt.uner.edu.ar/articulos/descargas/cdt26_kreimer.htm
- Kreimer, P. (2009) Desarmando ficciones. Problemas sociales-problemas de conocimiento en América Latina. En Antonio Arellano Hernández y Pablo Kreimer, *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*. Buenos Aires, Argentina.
- Lamo, E. (1987). El estatuto teórico de la sociología del conocimiento. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, núm. 40. Pp. 7-44 Recuperado del sitio http://reis.cis.es/REIS Web/PDF/REIS_040_03.pdf
- Latour, B. (1983), Give me a laboratory and I will raise the world, en Biagioli, Mario (ed.), *The science studies reader*, Nueva York, Routledge, pp. 258-275.
- López-Cerezo, J. A. (1998). Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos, en *Revista Iberoamericana de educación*.
- Luna, M. et al., (2003). *Itinerarios del Conocimiento: Formas, Dinámicas y Contenido. Un enfoque de redes*; México: IIS-UNAM-Anthropos.
- Luna, M. y Velazco. J. L. (2009). *Las redes de acción pública como sistemas asociativos complejos: problemas y mecanismos de integración*. Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM. México.
- Luna, M. y Velazco J. L. (2003). Redes de Conocimiento: Principios de coordinación y mecanismos de integración. En Albornoz, Mario y Claudio Alfaraz, Editores. (2006). *Redes de Conocimiento: Construcción, dinámica y gestión*. Editorial RICYT y CYTED Y Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe de la UNESCO. Buenos Aires, Argentina.
- Luna, M. y Velazco, J. L. (2005). Confianza y desempeño en las redes sociales. Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Sociales. *Revista Mexicana de Sociología* 67, num. 1(enero-marzo): México, D.F.
- Martínez- Carrera D., Morales. P., Sobal, M., Bonilla. M. Martínez, W. & Y. Mayett. (2012). Los hongos comestibles, funcionales y medicinales, su contribución al desarrollo de las

cadenas agroalimentarias y la seguridad alimentaria en México. Pp. 449-474. *En Memorias de la Reunión General de la Academia Mexicana de Ciencias. Ciencias y Humanismo* (Agrociencias). Academia Mexicana de Ciencias. México D.F.

Martínez-Carrera, D. y Leben, H. R., (2017), *Hongos Leben, Una empresa con mucha tradición*. www.hongoscomestiblesymedicinales.com › his.

Martínez-Carrera, D., Larqué-Saavedra, A., Tovar Palacio, A., Torres, N., Meneses, M. E., Sobal, Cruz, m., Morales Almora, P., Bonilla Quintero, M., Escudero Uribe, H., Tello Salgado, I., Bernabé González, T., Martínez Sánchez, W. & Y. Mayett. (2016). Contribución de los hongos comestibles, funcionales y medicinales a la construcción de un paradigma sobre la producción, la dieta, la salud y la cultura en el sistema agroalimentario de México. Capítulo 30, pp581-640. En Martínez-Carrera, D. & J. Ramírez Juárez. Eds. (2016). *Ciencia Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México*. Cap. 36. Editorial del Colegio de Posgraduados-AMC-CONACYT-UPAEP-IMINAP, San Luis Huexotla, Texcoco, México. 856 pp. ISBN: 978-607-715-314-6.

Martínez-Carrera, D., Morales, P. Sobal, M., Bonilla, M. y W. Martínez. (2006). México ante la globalización en el siglo XXI: el sistema de producción-consumo de los hongos comestibles. *In: El cultivo de Pleurotus en México*. ECOSUR-IE-UNAM-COLPOS, México, D.F.

Martínez-Carrera, D., Leben, R., Morales, P., Sobal, M., y A. Larqué-Saavedra. (1991b). Historia del cultivo comercial de hongos comestibles en México. *Ciencia y Desarrollo* (CONACYT) 96: 33-43.

Martínez-Carrera, D., Aguilar, A., Martínez, W., Morales, P., Sobal, M., Bonilla, M. & A. Larqué Saavedra. (1998). *A sustainable model for rural production of edible mushrooms in Mexico*. *Micología Neotropical Aplicada* 11:77-96.

Mayet, Y. y Martínez-Carrera, D. (2016). Estrategias para promover el consumo de hongos comestibles en México, con base en sus propiedades funcionales y medicinales. En Martínez-Carrera, D. & J. Ramírez Juárez. Eds. (2016). *Ciencia Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México*. Cap. 36. Editorial del Colegio de Posgraduados-AMC-CONACYT-UPAEP-IMINAP, San Luis Huexotla, Texcoco, México. 856 pp. ISBN: 978-607-715-314-6.

Merton, R.K. (1964) *Teoría y estructura sociales*, México: Fondo de Cultura Económica.

- Montemayor, C. (Coord.) (2009). *Diccionario del náhuatl en el español de México*, UNAM, Ciudad de México.
- Mora, V. M. & D. Martínez-Carrera. (2007). Investigaciones básicas, aplicadas y socioeconómicas sobre el cultivo de setas (*Pleurotus*) en México. Capítulo 1.1, 17 pp. In: J. E. Sánchez, D. Martínez-Carrera, G. Mata & H. Leal (Eds.). *El Cultivo de Setas Pleurotus spp, en México*. ECOSUR-CONACYT, México, D.F.
- Moreno-Fuentes, A. y R. Garibay-Orijel. 2014. La etnomicología en México. Una introducción al estado del arte. En: Moreno-Fuentes, A. y Garibay-Orijel, R. *La etnomicología en México. Estado del Arte. Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural (CONACyT)*, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Biología (UNAM), Sociedad Mexicana de Micología, Asociación Etnobiológica Mexicana, AC-Grupo Interdisciplinario para el Desarrollo de la Etnomicología en México, Sociedad Latinoamericana de Etnobiología. México.
- Narváez, Marytere. (2015). *Huitlacoche, la tecnología del sabor*. Mérida, Yucatán. 14 de octubre de 2015 (Agencia Informativa CONACYT).
- Ocampo, Ledesma Jorge G.; (2007), Los modelos Tecnológicos. En *Ciencia, Tecnología y Sociedad Núm. 1*, Programa de Investigaciones Históricas, CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Pinch. T. y Bijker, W. (1987). *La construcción social de hechos y artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la tecnología pueden beneficiarse mutuamente*, Thomas, H. y Buch, A. Coord.).
- Programa ASA, disponible en: <http://www.asabrasil.org.br/portal/Default.asp>
- Quandt, C., (2000), Enterprise level Innovatios in Emerging Clusters: The impact of local and External sources in the Diffusion of technological Knowledge. Ponencia en, Congreso La Triple hélice, abril, Río de Janeiro.
- Reportaje, en diario del municipio de Cholula Puebla, Puebla, (2016).
- Reyes, C. R., Pérez G. E. y López, B. J. (2012). Laboratorios y redes de investigación en hongos. Universidad Autónoma Chapingo. (no publicado).
- Rey-Rocha, J. Martín S., M.J. y Sebastián, J. (2008) *Estructura y dinámica de los grupos de investigación*. Arbor, Ciencia, Pensamiento y Cultura, (743-757).
- Rodríguez, C. C. (2017). *Los centros de investigación y las empresas de biotecnología agrícola en México*. Tesis de maestro en Ciencias en Estrategia Agroempresarial. Centro de

Investigaciones Económicas y Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México.

- Sañudo, L. (2012) El papel de las redes profesionales de investigación en un mundo globalizado. **REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y cambio en Educación**, vol. 10, núm. 3 (pp 135-143). Red Iberoamericana de Investigación sobre cambio y eficacia escolar. Madrid España.
- Senker, J. y W. Faulkner (1996) Networks, tacit Knowledge and innovation, en Coombs, Richards y Walsh Savioti, *Technological collaboration. The Dynamics of Cooperation in industrial Innovation*, Edward Elgar, Chentelham, pp. 76-97.
- Serres, M., (1974), *Hermes III, la traduction*, Éd. de Minuit, Paris.
- Sobal, C. M., Morales A. P., Bonilla Q. M., Martínez S. W., y D. Martínez-Carrera. (2016) Biotecnología, innovación y desarrollo en la cadena de valor con base en los recursos genéticos de los hongos comestibles, funcionales y medicinales. En Martínez-Carrera, D. & J. Ramírez Juárez. (2016). *Ciencia Tecnología e Innovación en el Sistema Agroalimentario de México*. Cap. 35. Eds. Editorial del Colegio de Posgraduados-AMC-CONACYT-UPAEP-IMINAP, San Luis Huexotla, Texcoco, México.
- Tello, S. I. (2020). *IV Curso de cultivo de cuitlacoche*. Centro de Investigaciones Biológicas, Laboratorio de Micología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México (Powerpoint).
- Thomas H. y M. Fressoli. (2008). En búsqueda de una metodología para investigar tecnologías sociales. *Seminario Tecnología para Inclusión social y políticas públicas en América Latina*, Río de Janeiro. Brasil.
- Thomas, H. (2015) *¿Que son las tecnologías para la Inclusión social?* 1ª. Ed. Red de tecnologías para la inclusión social y Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Buenos Aires, Argentina.
- Toledo, V. M. y Ortiz E. (2014). *México, Regiones que caminan hacia la sustentabilidad. Una geopolítica de las resistencias bioculturales*. Universidad iberoamericana Puebla, Biblioteca Interactiva Pedro Arrupe S J, Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.
- Toledo, V. M. y Barrera-Bassols, N. (2008). *La memoria biocultural la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Perspectivas agroecológicas*. Icaria Editorial. España. 232 pp.
- Tracy, W.F., Vargas, L., Zepeda, J. K., Patakay & M.A. Chandler. (2007). Production and marketing of huitlacoche. Pp. 233-236. *En Issues in new crops and new uses*. Eds. J. Janick & A. Whipkey. ASHS Press, Alexandria.

- Vaccari, A. (2008) Reseña de Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red de Bruno Latour. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS* [en línea] 4 (julio): [Fecha de consulta: 22 de noviembre de 2017] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92441112>> ISSN 1668-0030
- Valadez A. R., Moreno, A. & G. Gómez. (2011). *Cujtlacochi: El Cuitlacoche*. UNAM. Instituto de Investigaciones Antropológicas, México, D.F. 150 pp.
- Valero O. C., Molina G. A., Ponce C. C. (2019). *Políticas de ciencia, tecnología e innovación en México: aproximaciones a su análisis*.
- Valladares, L. y Olivé, L. (2015). ¿Qué son los conocimientos tradicionales? Apuntes epistemológicos para la interculturalidad. *Cultura y representaciones sociales* [online]. 2015, vol.10, n.19, pp.61-101.
- Vannevar, B. (1945). *Ciencia la frontera sin fin*. Informe al presidente de Estados Unidos, Franklin D. Roosevelt. Washington, D.C.
- Velho, L. (2011). La ciencia y los paradigmas de la política científica, tecnológica y de innovación. En Antonio Arellano y Pablo Kreimer, Coord. *Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología desde América Latina*. Col. Estudios Sociales de la tecno-ciencia en América Latina. Siglo del hombre editor. Bogotá. Colombia.
- Villanueva, C. 1997. Huitlacoche, (*Ustilago Maydis*), is a food in Mexico. *Micol Neotrop. APL*. 10: 73-81. Printed in Mexico.
- Villanueva, C., Cruz, D., Molina, J. D., Castillo, F., and E. Zavaleta. 1999. Artificial induction of “HUITLACOCHE” (*Ustilago maydis*), influence of diferente condictiones in the field. *Micol Neotropica, APL*, 12: 45-57. Printed in Mexico.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Networks Analysis: Methods and Applications*. New York, USA: Cambridge University Press.

ANEXOS

Anexo 1. Catálogo de actores que participaron en el Proyecto de Huitlacoche.

Nombre	Institución	Clave
Dr. Daniel Claudio Martínez Carrera	COLPOS Puebla	DCMC
Dr. Porfirio Morales Almora	COLPOS Puebla	PMA
Dra. Mercedes Sobal Cruz	COLPOS Puebla	MSC
Dra. Carolina Lara Visconti	COLPOS Puebla	CLV
Dra. María Eugenia Meneses Álvarez	COLPOS Puebla	MEMA
Dra. Yesica Mayett Moreno	COLPOS Puebla	YMM
Dr. Abel Gil Muñoz	CP Montecillos	AGM
Dr. Isaac Tello Salgado	UAEM	ITS
Ing. Joaquín Morales Sánchez	UAEM	JMS
Ing. Kaori Casares de la Cruz	UAEM	KCC
Enares	Productor Valle Alto	VAEn
Mari	Productor Valle Alto	VAMa
Lupe	Productor Valle Alto	VALu
Ana	Productor Valle Alto	VAAAn
Gerardo	Productor Valle Alto	VAGe
Leticia	Productor Valle Alto	VALe
Alfonso	Productor Valle Alto	VAAI
Lourdes	Productor Valle Alto	VALo
Sofía	Productor Valle Alto	VASo
Papá	Productor Valle Bajo	VBPa
Mamá	Productor Valle Bajo	VBMa
Hijo	Productor Valle Bajo	VBHi

COLPOS PUEBLA	CP_Puebla
CP Montecillos	CP_Mont
CP Morelos	CP_Mor
CONACYT	CONACYT
SNCIS	SNICS
SAGARPA	SAGARPA
DELG. SAGARPA VERACRUZ	SAG_Ver
DELG. SAGARPA OAXACA	SAG_Oax
DELG. SAGARPA PUEBLA	SAG_Pue
PRODUCTORES VALLE ALTO	Prod_VA
PRODUCTORES VALLE BAJO	Prod_VB

Anexo 2

Jueves 28 de noviembre del 2019
Simposio y Foro en el Centro de Vinculación UPAEP. 8:30 a 20:00 h

7:30 - 8:30	Registro	
8:30 - 9:00	Bienvenida e inauguración del evento	
Horario	Conferencias	Ponente(s), institución(es), organización(es)
9:00 - 9:30	El Centro de Biotecnología de Hongos Comestibles, Funcionales y Medicinales del Campus Puebla del Colegio de Postgraduados	Daniel Martínez-Carrera, Porfirio Morales, Mercedes Sobal, María E. Meneses, Myrna Bonilla, Wilfrido Martínez, Ivan Castillo, Beatriz Petlalcalco, Gilmar Rendón, Vladimir Mitzi, Victor Macull, Alfredo Morales, Joan Olvera, Nora Fernández, Luis Pérez, Helios Escudero y Hugo Martínez (CP)
9:30 - 10:00	Mecanismos moleculares de acción modulan genes, rutas metabólicas y oncogénicas que demuestran las propiedades hipocolesterolémicas, anticarcinogénicas, inmunomoduladoras y prebióticas de los extractos del hongo medicinal <i>Ganoderma lucidum</i> , recurso genético mexicano: alternativa novedosa para el tratamiento complementario de la hipercolesterolemia y el cáncer	Sandra Romero Córdoba, Ivan Salido Guadarrama, Daniel Martínez-Carrera, María E. Meneses, Porfirio Morales, Mercedes Sobal, Myrna Bonilla, Nimbe Torres, Armando Tovar, Mónica Sánchez, Claudia Márquez-Peña y Alfredo Hidalgo (CP, INCMNSZ, INMEGEN)
10:00 - 10:30	Estudio sobre toxicidad oral aguda de extractos estandarizados de <i>Ganoderma lucidum</i> mexicana en modelo animal y su efecto en la microbiota intestinal	María E. Meneses, Daniel Martínez-Carrera, Nimbe Torres, Laura González-Ibáñez, Helios Escudero, Myrna Bonilla, Mónica Sánchez, Claudia Márquez-Mota, Porfirio Morales, Mercedes Sobal y Armando R. Tovar (CP, CONACYT, INCMNSZ, UNAM)
10:30 - 11:00	Interacción entre el fenotipo y las propiedades sensoriales del producto en la producción comercial de huitlacoche	Hermilo Leal Lara (UNAM)
11:00 - 11:30	Avances y nuevas capacidades en la elaboración de semilla de hongos comestibles, funcionales y medicinales en el INECOL	Gerardo Mata, Dulce Salmones y Rigoberto Gaitán-Hernández (INECOL)
11:30 - 11:45	Receso. Café. Botanas a base de hongos comestibles	Jesús Pérez Cruz (UPAEP), Eduardo López Luna
11:45 - 12:15	Micoprospección, ejemplos exitosos con macromicetos comestibles en el sureste de México	José F. Sánchez, Karina Guillén, Liliana Aguilar Marcelino y Pablo Liedo (ECOSUR, INIFAP)
12:15 - 12:45	Mejoramiento de recursos genéticos nativos para fortalecer la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales en México	Mercedes Sobal, Porfirio Morales, Myrna Bonilla Quintero, Wilfrido Martínez, Gilmar Rendón, Vladimir Mitzi, Victor Macull, Alfredo Morales, Joan Olvera, Nora Fernández, Luis Pérez, Ivan Castillo, Beatriz Petlalcalco, Helios Escudero y Daniel Martínez-Carrera (CP)
12:45 - 13:15	Consumo tradicional de hongos comestibles asociado a niveles más bajos de lípidos en comunidades indígenas y campesinas del Estado de Oaxaca	Aleyda Pérez-Herrera, María E. Meneses, Daniel Martínez-Carrera, María Galicia-Castillo, Yazmin Hernández-Santiago, Rosalva Martínez y Hugo León (IPN, CONACYT, CP, ITVO)
13:15 - 13:45	Compuestos bioactivos fúngicos y sus propiedades funcionales y medicinales en las especies <i>Cordyceps militaris</i> , <i>Pleurotus agaves</i> , <i>Herichium erinaceus</i> y <i>Neolentinus lepideus</i> , utilizando modelos <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>	Isaac Tello-Salgado, Elizur Montiel-Arcos, Ismael Leon-Rivera, Jesús Jiménez Ferrer, Carla Contreras Ochoa, Samuel Estrada Soto y Sandra Orozco Suárez (UAEM, INSP, IMSS)
13:45 - 14:15	Estrategias para promover el consumo regional y la agregación de valor en la cadena agroalimentaria microbiana emergente de los hongos comestibles, funcionales y medicinales de México	Yésica Mayett y Daniel Martínez-Carrera (UPAEP, CP)
14:15 - 16:30	Comida y bebidas a base de hongos comestibles Actividad cultural. Restaurante Quince	Jesús Pérez Cruz (UPAEP), Eduardo López Luna María Elena Gutiérrez Velasco (Violín)
16:30 - 17:00	Pleasure or poison? How to decide which mushroom species are edible	Eric Boa (University of Aberdeen, Escocia)
17:00 - 17:30	Aportaciones de la biotecnología cubana al conocimiento de las propiedades funcionales y medicinales del hongo comestible <i>Pleurotus ostreatus</i>	Humberto Morris Quevedo, Gabriel Llauradó Maury, Yaixa Beltrán Delgado, Nora García Oduardo, Rosa Bermúdez Savón, Isabelle Gaime-Perraud, Serge Moukha y Paul Cos (UO, Cuba; IRD, INRA, Francia; Universidad de Amberes, Bélgica)
17:30 - 18:00	African medicinal mushrooms: source of biopharmaceuticals for the treatment of communicable and non-communicable diseases	Kenneth A. Yongabi (Imo State University, Nigeria)
18:00 - 18:30	Retrospectiva y perspectivas de las investigaciones e innovaciones sobre hongos comestibles y medicinales en la Universidad Veracruzana	Armando López Ramírez (UV)
18:30 - 18:45	Hongos Leben: retos y perspectivas en la producción comercial de hongos comestibles	Rodolfo Leben Hernández (Hongos Leben, S.A.)
18:45 - 19:00	Micológica 360°: el cultivo de hongos funcionales como herramienta de desarrollo sostenible en México	Johann Mathieu (Mico-lógica Oaxaca)
19:00 - 19:15	Cultivo agroecológico de <i>shiitake</i> en la Sierra Norte de Puebla, México	Andrés Hernández Mendoza (Ceres del Nixtlal)
19:15 - 19:30	Fungiterra-CP, Campus Puebla: productos y servicios para el sector productivo de hongos comestibles en la región central de México	Juan Martínez Bárcena y Daniel Martínez-Carrera (Fungiterra-CP)
19:30 - 19:45	Cultivo de hongos comestibles en poblaciones vulnerables del norte de México	Norma Flores Ramírez (ENE; CAPEDIS, A.C.)
19:45 - 20:00	Participantes del Concurso de Documental y Concurso de Fotografía sobre "Los Hongos Comestibles y su Importancia en la Alimentación y Cultura Mexicana"	María E. Meneses y Daniel Martínez-Carrera (CP, CONACYT)
20:00 - 21:00	Actividad alternativa: se recomienda Paseo por el Centro Histórico de la Ciudad de Puebla	

Viernes 29 de noviembre del 2019
Feria gastronómica en la Facultad de Gastronomía y Restaurante Quince;
Centro de Vinculación UPAEP
9:00 a 19:00 h

Horario	Actividades o conferencias	Coordinador(es), ponente(s), institución(es), organización(es)
8:00 - 9:00	Restaurante Quince Desayuno a base de hongos comestibles	Jesús Pérez Cruz (UPAEP)
9:00 - 14:30	Receso, Café. Botanas a base de hongos comestibles	Jesús Pérez Cruz (UPAEP), Eduardo López Luna
	Facultad de Gastronomía Taller Planta Baja (cocina y repostería, complementarios): Concurso de platillos a base de hongos comestibles elaborados por expertos • Jurado calificador. • Participantes: estudiantes avanzados de la Facultad de Gastronomía en equipos, cocina internacional. • Cupo limitado en salón: 25 personas. Requiere registro en página electrónica. • Elaboración simultánea de platillos y exposición sobre su elaboración y valor nutricional-funcional. • Ver bases del concurso en la convocatoria respectiva: http://colpospuebla.mx/2019simposio/simposio.php	José Ojeda Hernández, Mónica Orduña Sosa (UPAEP) María E. Meneses (CP-CONACYT) Yésica Mayett (UPAEP) Daniel Martínez-Carrera (CP)
	Facultad de Gastronomía Taller Planta Baja (cocina y repostería, complementarios): Concurso de platillos a base de hongos comestibles elaborados por la sociedad • Jurado calificador. • Participantes: público en general con recetas tradicionales. • Cupo limitado en salón: 50 personas. Requiere registro en página electrónica. • Elaboración simultánea o preparación final de platillos y exposición sobre su elaboración y valor nutricional-funcional. • Ver bases del concurso en la convocatoria respectiva: http://colpospuebla.mx/2019simposio/simposio.php	María E. Meneses (CP-CONACYT) Yésica Mayett (UPAEP) José Ojeda Hernández, Mónica Orduña Sosa (UPAEP) Eduardo López Luna Daniel Martínez-Carrera (CP)
	Facultad de Gastronomía Taller Sótano: [Aprenda a cocinar hongos comestibles] • Impartido por expertos y participará un jurado de especialistas. • Participantes: público en general con recetas a preparar. • Cupo limitado en salón: 15 personas. Requiere registro en página electrónica. • Elaboración simultánea o preparación final de platillos y exposición sobre su elaboración y valor nutricional-funcional. • Ver bases del concurso en la convocatoria respectiva: http://colpospuebla.mx/2019simposio/simposio.php	Gerardo Mata (INECOL), Eunice Espín Álvarez, Iván Méndez Martínez María E. Meneses (CP-CONACYT) Yésica Mayett (UPAEP) Eduardo López Luna Daniel Martínez-Carrera (CP)
9:00 - 14:30	Centro de Vinculación Concurso infantil y juvenil de dibujo sobre hongos comestibles • Varias categorías, ver bases del concurso en la convocatoria respectiva: http://colpospuebla.mx/2019simposio/simposio.php • Premiación del concurso.	Beatriz Petlalcalco Sánchez (CP) Patricia Ramírez Carrasco (CP) Arelí Munive Olarte (CP) Daniel Martínez-Carrera (CP)
14:30 - 16:30	Comida y bebidas a base de hongos comestibles Actividad cultural. Restaurante Quince	Jesús Pérez Cruz (UPAEP), Eduardo López Luna María Elena Gutiérrez Velasco (Violín)
16:30 - 17:30	Centro de Vinculación Premiación del concurso de documental y del concurso de fotografía Premiación de los mejores platillos a base de hongos comestibles, funcionales y medicinales	María E. Meneses (CP-CONACYT) Yésica Mayett (UPAEP) José Ojeda Hernández, Mónica Orduña Sosa (UPAEP) Daniel Martínez-Carrera (CP)
17:30 - 17:45	Cocina de hongos en Veracruz	Raquel Torres Cerdán (Acuyo, Taller de Cocina Tradicional Mexicana)
17:45 - 18:15	Panel académico: Aportaciones organolépticas de los hongos comestibles a la gastronomía nacional	José Ojeda Hernández, Azul Mijares, Raquel Torres Cerdán y Betsy Ávila Martínez (UPAEP, Acuyo)
18:15 - 19:00	Alimentos sanos: relevancia de la inocuidad en la producción y manejo de hongos comestibles	Sofía Arvizu Medrano (UAQ)
19:00 - 21:00	Actividad alternativa: Se recomienda visita a la zona histórica de Los Fuertes de Loreto y Guadalupe, Calzada de Los Fuertes, ciudad de Puebla. También visita al Museo Internacional del Barroco, Atlixáyotl no. 2501, ciudad de Puebla	