



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria
y la Agricultura Mundial

C I E S T A A M

Doctorado en Problemas Económico Agroindustriales

**"ROL Y CONTRIBUCIÓN DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
CHAPINGO AL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN
AGROALIMENTARIA"**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE:

DOCTOR EN PROBLEMAS ECONÓMICO AGROINDUSTRIALES

PRESENTA

ANASTACIO ESPEJEL GARCÍA



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Julio 2010
Chapingo, Texcoco, Estado de México.

ROL Y CONTRIBUCIÓN DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
CHAPINGO AL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN
AGROALIMENTARIA

TESIS

Realizada por **Anastacio Espejel García** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN PROBLEMAS ECONÓMICO AGROINDUSTRIALES

DIRECTOR:



DR. MANRUBIO MUÑOZ RODRÍGUEZ

ASESOR:



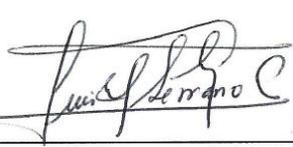
DR. FERNANDO CERVANTES ESCOTO

ASESOR:



DR. J. REYES ALTAMIRANO CÁRDENAS

LECTOR EXTERNO:



DR. LUÍS MANUEL SERRANO COVARRUBIAS

*A mi Madre y a mi Padre, que me enseñaron
a preocuparme por los problemas
que aquejan al mundo pero
sobre todo a razonar*

Agradecimientos

- ♣ Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** (CONACYT) por el financiamiento otorgado para realizar mis estudios de Doctorado en Problemas Económicos Agroindustriales y de Master en la Universidad de Murcia, España
- ♣ A mi **Alma Mater**, la Universidad Autónoma Chapingo, que sin temor a equivocarme ha sido el pilar fundamental en mi formación profesional y motivo de este trabajo de esta tesis
- ♣ Al **Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial** (CIESTAAM) y a sus profesores y alumnos, quienes han contribuido con sus críticas a mi formación integral
- ♣ La dirección, enseñanzas, lecciones y críticas acertadas del **Dr. Manrubio Muñoz Rodríguez**, indudablemente han contribuido a mi formación integral y a la culminación de ésta investigación, por lo cual le expreso mi más sincera gratitud
- ♣ Al **Dr. Fernando Cervantes Escoto**, por ser miembro del Comité así como por sus aportes hacia esta investigación y acertados consejos
- ♣ Al **Dr. J. Reyes Altamirano Cárdenas**, por sus acertadas críticas y observaciones realizadas a este trabajo de investigación
- ♣ Al **Dr. Luis Manuel Serrano Covarrubias**, por sus acertadas recomendaciones hechas a este trabajo de investigación
- ♣ Al **Dr. Federico Martínez Carrasco-Pleite** de la Universidad de Murcia España y a la **Dra. Rita Schwentesius Rinderman** del CIESTAAM-UACH, por su contribución a mi formación profesional
- ♣ A todas las personas con las que conformamos **sintiendomundo.org**, y con los que comparto el ser **“Ciudadano del Mundo”**
- ♣ A todo el personal de la **Dirección General de Investigación y Posgrado** (DGIP) de la UACH, por las facilidades otorgadas para la realización de esta investigación

DATOS BIOGRÁFICOS

Anastacio Espejel García, nació en Calpulalpan, Tlaxcala. Sus estudios de licenciatura los realizó en la “Universidad Autónoma Chapingo” (UACH), en donde obtuvo el grado de Ingeniero Agroindustrial en octubre del año 2000. Posteriormente, en el año 2003 inició sus estudios de “Maestría en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria” en el Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la UACH, obteniendo el grado y diploma del alumno más destacado de la generación, en noviembre del 2005. En 2009 obtuvo un Máster en Desarrollo Económico y Cooperación Internacional por la Universidad de Murcia, España.

Entre agosto del 2006 y julio del 2009, cursó sus estudios de Doctorado en el Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM-UACH); se ha especializado en la línea de investigación de Análisis de los Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación y Política de Ciencia, Tecnología e Innovación.

De septiembre del 2008 a septiembre del 2009, realizó una estancia académica en el Departamento de Economía Aplicada y Empresa de la Universidad de Murcia (UMU) en España, en donde realizó sus estudios de Máster, especializándose en los temas de Cooperación Internacional y en la formulación y evaluación de proyectos de Cooperación al Desarrollo, principalmente para países de África y Sudamérica. Fungió como Técnico de Cooperación en la ONG Asamblea de Cooperación por la Paz (ACPP- <http://www.acpp.com/>) sede Murcia como parte del practicum del Máster.

Se ha desempeñado laboralmente como Evaluador de proyectos para la Fundación Kellog’s en el Instituto de Socioeconomía Estadística e Informática del Colegio de Posgraduados en el Área de Desarrollo Rural (2000-2001). Trabajó en la iniciativa privada, en donde estuvo a cargo del 2001 al 2003 del Área de leche UHT en la Empresa Alimentos La Concordia S.A de C.V. en Lagos de Moreno Jalisco. De 2004 a 2007 se desempeñó como Consultor Nacional para la FAO en el Subprograma de Investigación y Transferencia de Tecnología. Ha sido responsable y colaborador en diversos estudios y evaluaciones de los Programas de diversas Secretarías, entre ellas SAGARPA y SRA. Ha impartido cursos sobre el diseño de estrategias de planeación con la Metodología de Marco Lógico y Desarrollo organizacional.

Es coautor del libro “Innovación: Motor de la competitividad agroalimentaria – Políticas y Estrategias para que en México ocurra” editado por la UACH-SAGARPA-Fundación Produce Michoacán. Ha sido revisor de la Revista Chapingo Serie Horticultura y de la Revista Técnica Pecuaria México.

Ha sido becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Ha sido merecedor de diversos premios como el de Proyectos Sostenibles en el año 2009, orientado al fomento de la cultura sostenible, organizado por la Universidad de Murcia-Festival S.O.S.tenible y en 2009, ganó una beca para la formación de jóvenes cooperantes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia España.

Rol y Contribución de la Universidad Autónoma Chapingo al Sistema Nacional de Innovación Agroalimentaria

Role and Contribution of the Autonomous University Chapingo to the National Innovation Agrifood System

Anastacio Espejel García¹ y Manrribio Muñoz Rodríguez²
RESUMEN ABSTRACT

El conocimiento y la innovación se han constituido en la base del desarrollo económico y social de los países. Ello ha dado como resultado una mayor exigencia a los actores que generan, difunden y transfieren conocimiento y tecnología, entre ellos la Universidad. A este actor, se le reconoce su importante rol en la formación de capital humano y en la investigación, pero cada vez se le cuestiona más su escasa contribución al desarrollo económico y social, lo que se ha dado en llamar la tercera misión. La evidencia científica y empírica indica que los procesos de interacción entre diversos actores del llamado Sistema Nacional de Innovación Agroalimentaria (SNIA) constituyen una condición necesaria para que el conocimiento contribuya al desarrollo. Por tal motivo, la presente investigación tuvo como objetivo Analizar el rol y la contribución de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) al SNIA. Para México, la UACH es uno de los actores más relevantes del SNIA, ya que recibe poco más del 30% del presupuesto destinado a educación agropecuaria y contribuye con mayor capital humano a nivel licenciatura y posgrado. Para el cumplimiento de la misión relacionada con la investigación, la Universidad tiene 34 Programas Universitarios de Investigación que reciben financiamiento interno equivalente al 4% del total del recurso destinado a Investigación y Tránsito de Tecnología, mientras que el 96% restante proviene de fuentes externas. No obstante la importancia de la interacción entre los actores del Sistema, 88% de las interacciones que ocurren en las redes de conocimiento e innovación de la UACH se dan entre investigadores de la misma universidad, lo cual parecería sugerir un aislamiento con el resto de los actores, en particular con el sector productivo. Sin embargo, los resultados generados aportan suficiente evidencia para suponer que mientras los recursos internos destinados a la investigación contribuyen a aumentar la *densidad de la nube de conocimiento*, los proyectos con recursos externos contribuyen a *generar lluvia tecnológica*, es decir, a cumplir con la tercera misión. A pesar de ello, la Universidad ha planteado cambios que refuerzan la inercia prevaleciente, más que reconocer la complementariedad entre fuentes de financiamiento.

Palabras clave: conocimiento, desarrollo económico, transferencia de tecnología, investigación, interacción

¹Tesista

² Director de tesis

Knowledge and innovation are basic for the economic and social development of the countries. As a result, there is a higher demand to the actors that generate, divulge and transfer knowledge and technology, among them, Universities. It is recognized their important role in human capital formation, and in research, but their scant contribution to the economic and social development, that has been called their third mission, put them under scrutiny. The scientific and empirical evidence indicates that the interaction processes between the diverse actors of the so called National Innovation Agrifood System (NIAS) constitutes a necessary condition in order to the knowledge contributes to the development. Therefore, this research had as aim, to analyze the role and contribution of the Chapingo Autonomous University (UACH) to the SNIA. The UACH is one of the most relevant actors of the NIAS, since it receives over 30 % of the agricultural education budget of Mexico, and it contributes schooling a significant number of undergraduate and graduate students. For the fulfillment of its research mission, the University has 34 Programs with an internal financing equivalent to 4 % of the total resources designed for Research and Technology Transfer, whereas 96 % remaining comes from external sources. Nevertheless, the importance of the interaction between the actors of the System, 88 % of them in the UACH knowledge and innovation networks occurred among researchers of the same university, which would seem to suggest isolation from the rest of the actors, especially from the productive sector. However, the generated results contribute sufficient evidence to suppose that, while the internal resources destined for research help to increase the *knowledge cloud density*, the projects with external resources help to generate *technological rain*, that is to say, to accomplish the third mission. In spite of that, the University has made changes that reinforce the prevailing inertia, more that to recognize the complementarily between different financing sources.

Key words: knowledge, economic development, technology transfer, research, interaction

¹ Thesis autor

² Thesis director

Índice

I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2 Problema de investigación.....	4
II MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	9
2.1 El crecimiento económico y el protagonismo del cambio tecnológico.....	9
2.1.1 El aporte neoclásico.....	9
2.1.2 El aporte evolucionista.....	13
2.2 Cambio estructural y perspectiva sistémica.....	15
2.3 Modelo lineal de generación de investigación vs modelo en red.....	16
2.4 Sistema nacional de innovación.....	19
2.5 El Sistema Nacional de Innovación Agroalimentaria (SNIA) en México.....	27
III MARCO DE REFERENCIA.....	33
3.1 Marco normativo de la Ciencia y Tecnología en México.....	33
3.2 Ley de ciencia y tecnología.....	35
3.3 Ley de desarrollo rural sustentable.....	42
3.4 Financiamiento de las actividades de I+D+i en México.....	49
3.5 Actividad Científica.....	53
3.6 Rol de las Universidades en el Sistema Nacional de Innovación.....	56
3.7 El papel de la Universidad en México.....	59
IV ROL Y CONTRIBUCIÓN DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO AL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA.....	63
4.1 Introducción.....	65
4.2 Objetivos.....	67
General.....	67
Específicos.....	67
4.3 Hipótesis.....	68
General.....	68

Específicas	68
4.4 Metodología	69
4.4.1 Objeto de estudio.....	69
4.4.2 Fuentes de información	69
4.4.3 Variables de análisis	70
4.5 Importancia de la Universidad Autónoma Chapingo en el sector agroalimentario en México	77
4.5.1 Importancia de la UACH en la asignación presupuestal	83
4.5.2 Formación de capital humano	85
4.5.3 Generación de conocimiento y difusión	88
4.5.4 Recursos destinados a los PUI's.....	94
4.5.5 Temática abordada en la investigación de los PUI's	95
4.5.6 Tipo de investigación generada por los PUIS	98
4.5.7 Análisis de la productividad de los PUIS	101
4.5.8 Tipo de investigación generada con los recursos externos.....	107
4.5.9 Niveles de articulación para la generación de I+D+i en los PUIS.....	111
4.5.10 Efecto de la organización actual de los PUIS.....	116
4.5.11 Visión de conjunto de la I+D+i en la UACH	123
4.6 Viabilidad del sistema de articulación propuesto.....	126
4.7 Conclusiones y recomendaciones.....	134
Literatura citada.....	139
V ANÁLISIS DEL SISTEMA REGIONAL DE INNOVACIÓN EN LA CADENA LECHE DEL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO	144
5.1 Introducción	146
5.2 Materiales y Métodos	148
5.2.1 Región de estudio	148
5.2.2 Objeto de estudio.....	149
5.2.3 Selección de actores	149
5.2.4 Variables de análisis	151

5.2.5 Análisis de la información	151
5.3 Resultados.....	153
5.3.1 Perfil de los productores	153
5.3.2 Fuentes de innovación	157
5.3.3 Nivel de adopción de innovaciones.....	159
5.3.4 Caracterización del sistema de producción.....	162
5.3.5 Estructura del hato.....	163
5.3.6 Innovaciones de alto impacto	164
5.3.7 Rentabilidad del sistema de producción	169
5.4 Conclusiones y recomendaciones.....	177
Literatura citada	179

Lista de cuadros

Cuadro 3.1 Fuentes de financiamiento por país destinado a gasto en I+D+i	50
Cuadro 3.2. Producción de artículos científicos en países seleccionados, 2008.....	56
Cuadro 4.1. Número de estudiantes matriculados y egresados en ciencias agronómicas en el año 2000.....	86
Cuadro 4.2. Programas Universitarios de Investigación y Servicio, vigentes	91
Cuadro 4.3. Relación entre responsables de proyectos PUIS con el DEIS de adscripción	94
Cuadro 4.4 Temas en que inciden los proyectos de I+D+i financiados (% de proyectos)	98
Cuadro 4.5 Evolución de la productividad de los PUIS (2005/2008)	102
Cuadro 4.6. UACH: Fuentes de financiamiento externas para I+D+i (2003-2007).....	106
Cuadro 4.7 Colaboración entre institutos, PUIS y DEIS.....	129
Cuadro 5.1 Niveles de análisis del estudio	151
Cuadro 5.2 Análisis de correlación de la variable rentabilidad	162
Cuadro 5.3 Composición del hato.....	164
Cuadro 5.4 Variables explicativas de la rentabilidad.....	174

Lista de figuras

Figura 3.1. Inversiones en I+D y evolución del PIB en México.....	52
Figura 3.2. Relación entre inversiones en I+D e incremento del PIB per cápita en países seleccionados e IDH, 2009.....	53
Figura 3.3 Participación porcentual en la publicación de artículos por país, 2008.....	55
Figura 4.1 Presupuesto destinado a las principales instituciones de enseñanza e investigación y Ciencia y Tecnología, 2010	84
Figura 4.2 Número de estudiantes de Posgrado en Ciencias Agropecuarias.....	88
Figura 4.3. Integrantes promedio de PUIS y productividad	93
Figura 4.4 Evolución del presupuesto asignado a PUIS (pesos).....	95
Figura 4.5. Tipo de investigación generada en los PUIS (2003-2007)	100
Figura 4.6 Aporte de los PUI´s a la I+D+i promedio, 2005-2008	103
Figura 4.7 Evolución de los recursos captados externamente (\$).....	105
Figura 4.8. Tipo de I+D+i generada con recursos externos	108
Figura 4.9. Grado de articulación actual de la Red del Proyecto Estratégico de Asistencia Técnica, Capacitación y Transferencia de Tecnología en la cadena maíz del Estado de Guerrero.....	111
Figura 4.10 Nivel de articulación para la generación de investigación en la UACH, 2003-2007	115
Figura 4.11. Productividad y el nivel de articulación intra PUIS	117
Figura 4.12 Productividad y el nivel de articulación entre PUI´s.....	118
Figura 4.13 Investigadores en el SNI y productividad	121
Figura 4.14 Investigadores en el SNI y niveles de articulación de los PUI	122
Figura 5.1 Fuentes de innovación en la cadena bovinos leche del Valle del Mezquital	155
Figura 5.2. Red de innovación de la cadena bovinos leche en el Valle del Mezquital	157
Figura 5.3 Índice de adopción de mejores prácticas de producción.....	160
Figura 5.4 Curva de rapidez de adopción de innovaciones.....	166

Lista de abreviaturas usadas

ANUIES	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación
CP	Colegio de Postgraduados
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CMDRS	Consejo Mexicano para el Desarrollo Rural Sustentable
DT	Desarrollo Tecnológico
DEIS	Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio
FOMIX	Fondos Mixtos de CONACYT
FONCICYT	Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología
FORDECYT	Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico e Innovación
FCCYT	Foro Consultivo Científico y Tecnológico
FOSEC	Fondo Sectorial
IA	Investigación Aplicada
IB	Investigación Básica
I+D+i	Investigación, Desarrollo e innovación
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IES	Institución de Enseñanza e Investigación
ISI	Institute for Scientific Information
IMCO	Instituto Mexicano para la Competitividad
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
LDRS	Ley de Desarrollo Rural Sustentable
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
PIB	Producto Interno Bruto
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PTF	Productividad Total de los Factores
PUIS	Programa Universitario de Investigación y Servicio
SNI	Sistema Nacional de Innovación
SNIA	Sistema Nacional de Innovación Agroalimentaria
SINECYT	Sistema Nacional de Evaluación Científica y Tecnológica
SNITT	Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SINACATRI	Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral
SNI	Sistema Nacional de Investigadores
TT	Transferencia de Tecnología
UACH	Universidad Autónoma Chapingo
UAAAN	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

I Introducción

1.1. Antecedentes

En las últimas décadas el tema de la innovación y la gestión del conocimiento ha venido ganando terreno en todas las economías, sin embargo, no en todos los países el esfuerzo en política de ciencia y tecnología ha sido recíproco con la demanda de los mercados globales. De esta manera las políticas en materia de ciencia, tecnología e innovación difieren considerablemente, a tal grado, que mientras que en las naciones más avanzadas y más ricas las inversiones en investigación, desarrollo e innovación presentan un ritmo ascendente, en las economías menos desarrolladas la tendencia en general lleva un ritmo menos acelerado.

Hoy en día, la generación de nuevos conocimientos, a través de la investigación científico-técnica y el desarrollo tecnológico, y la transformación de nuevos conocimientos y tecnologías en bienes y servicios nuevos o mejorados son los factores considerados más determinantes del crecimiento económico. Una de las evidencias más claras de la importancia que representa la ciencia y la tecnología para una economía, es la relación existente entre inversiones en Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) y el crecimiento económico medido

por el Producto Interno Bruto (PIB) así como el incremento de los niveles de bienestar de la población, cuantificados en el índice de desarrollo humano (IDH); en este sentido se sostiene que a mayor inversión en I+D+i, el PIB se verá incrementado y si las políticas son adecuadas en cuanto a distribución del ingreso, los niveles de bienestar de la población mejoraran.

Al comparar dos países de bloques económicos diferentes, tales como Noruega y México; primeramente, el indicador de competitividad publicado por el IMCO (2009) indica que Noruega avanzó de la posición 8 a la 4 entre el año 2000 y 2007, mientras que México para el mismo periodo pasó de la posición 30 a la 32, lo que significó una pérdida de competitividad; mientras que la tasa de crecimiento del PIB entre 1995-2005 fue de 2.6% para Noruega con un PIB per cápita en 2005 de 41,420 dólares, México registró un crecimiento para el mismo periodo de 1.5% con un PIB per cápita de 10,751 dólares. En cuanto a las inversiones en I+D para Noruega y México en el año 2005 fueron de 1,7 y 0.4% respectivamente, mientras que el IDH paso de 0,938 a 0,968 de 1995 a 2005 para Noruega mientras que México paso de 0,786 a 0,729 (PNUD, 2008).

Lo que estos indicadores sugieren es que México ha venido perdiendo competitividad, mientras que Noruega y otros países de América como Chile y Brasil han aventajado en éstos indicadores; uno de los principales factores que contribuye a la competitividad es la innovación y ésta se sustenta en la generación de conocimiento, expresada como investigación básica, aplicada, transferencia de tecnología, y el aprendizaje de los diversos actores que participan en el sistema de innovación, de tal forma que, un bajo presupuesto en I+D podría estar influyendo en la pérdida de competitividad.

Adicionalmente, existen otros factores que contribuyen con esta pérdida de competitividad tales como la dependencia tecnológica, la cual es causada en su mayoría por la débil política de innovación, el indicador que da muestra de ello es el coeficiente de invención¹ en el cual México tiene uno de los valores más bajos de Latinoamérica con un 0.6%, mientras que Brasil es el más avanzado en este rubro con 5.5%; mientras la generación de investigación básica y aplicada continúe con el ritmo actual la dependencia tecnológica del sector y del país se incrementará, con lo que se moverá indiscutiblemente la balanza comercial negativamente y con ello disminuirán los ingresos y beneficios para el país y por lo tanto los niveles de crecimiento, bienestar y desarrollo para la población.

También, en el proceso de innovación son de gran importancia las relaciones existentes entre los distintos actores que componen el sistema de innovación, así como la cooperación entre los elementos de un mismo entorno y de entornos diferentes. El mercado podría considerarse como un elemento del sistema, pero actualmente la importancia recae en otros como las instituciones, las redes de cooperación, las universidades, instituciones de financiamiento, entre otros.

Considerando todos estos elementos resulta imprescindible hacer el análisis de una de las estructuras más importantes del sistema de innovación agroalimentaria, a la que se le ha encomendado la generación de conocimiento (investigación básica, aplicada y transferencia de tecnología), la universidad (Universidad Autónoma Chapingo), dicho análisis, tiene la finalidad de definir las tendencias

¹ El coeficiente de invención mide el porcentaje de solicitudes de patente por habitante; México se ubica entre los países del mundo con más bajo valor, así mientras Japón registra un 30% de sus solicitudes, México lo hace a razón de 0.6%.

actuales en la generación de conocimiento, formación de redes de cooperación, mecanismos de financiamiento e incentivos de la investigación, así como los impactos generados en el sector rural, con la idea de proponer instrumentos de política pública, encaminados a mejorar la eficiencia y eficacia y la contribución de la Universidad al Sistema Nacional de Innovación Agroalimentaria (SNIA).

En su desarrollo, este trabajo de investigación consta de cinco apartados, los primeros tres sostienen la parte teórica y de referencia, mientras que el capítulo cuatro y cinco son investigaciones que sostienen hipótesis particulares, pero que al final se complementan, en el sentido del Análisis del rol y contribución de la Universidad Autónoma Chapingo, y permitieron corroborar la débil trascendencia de la investigación generada en la Universidad, de tal modo que con un estudio de caso en una cadena específica del sector agroalimentario se pudo constatar la baja presencia y contribución al sector productivo de las Universidades.

1.2 Problema de investigación

El tema de la gestión del conocimiento e innovación han ganado terreno en la teoría económica del crecimiento, sobre todo porque para los países y empresas que se encuentran en la vanguardia de la economía mundial, el balance entre conocimientos y recursos se ha desplazado hacia los primeros hasta el extremo de que han pasado de ser el factor más determinante del nivel de vida —más que los recursos naturales, el capital y la mano de obra barata—.

Así, las economías más desarrolladas están firmemente basadas en conocimientos. En efecto, diversos estudios econométricos revelan que aproximadamente la mitad de las diferencias entre países en cuanto al ingreso per cápita y el ritmo de crecimiento son resultado de las diferencias en la productividad total de factores (PTF), generalmente atribuida al desarrollo tecnológico y a la capacidad innovadora.

Estos términos deben entenderse en sentido amplio, en referencia no sólo a la capacidad de comprometerse en actividades de investigación y desarrollo que eventualmente pueden o no redundar en nuevos productos, sino también en referencia al uso eficiente de tecnologías y a la adopción y adaptación de otras nuevas (Ferranti, et al, 2003; Prescott, 1998; Hall y Jones, 1999; Dollar y Wolf, 1997).

La elevada correlación entre las inversiones en I+D+i y el crecimiento del PIB y la mejora de los niveles de bienestar de un país, sugieren que a mayor inversión, mayor crecimiento económico y desarrollo del país. Al realizar una comparación de México con países con los cuales se compite directamente (Estados Unidos) o que registran un nivel de desarrollo parecido (Brasil) o los que suelen citarse como ejemplos a seguir (España), destacan las débiles inversiones en este rubro, pues mientras en México no se rebasa el 0.5% en gasto de I+D+i con respecto al PIB, Estados Unidos lo hace a razón de 2.7%, Brasil invierte arriba de 1%, mientras que España invierte cerca del 1.3%.

Otro indicador que da muestra de ello, son los artículos publicados en el ISI, los de México representan el 0.72% con respecto a la producción mundial, en

donde sus socios comerciales más cercanos como Estados Unidos y Canadá aportan el 31.52% y el 4.88%; de manera correlacional, el factor de impacto de éstas investigaciones para México es de 3.16, sólo por encima de Turquía y Chile que están en las últimas posiciones.

Por otra parte el coeficiente entre patentes solicitadas por no residentes y por residentes denominado, *tasa de dependencia* es de 24.9% para México, mientras que para Brasil, Chile y Argentina es de 1.6, 6.9 y 4.5% lo que indica que nuestro país es el más dependiente con respecto a estos países. En cuanto a las patentes solicitadas por cada cien mil habitantes residentes del país, México es el país con el valor más bajo con 0.6%, en comparación con el 5.5% de Brasil o con el 2.9 y 2.7% de Chile y Argentina respectivamente.

Adicionalmente, el vínculo entre la generación de investigación básica y aplicada y la innovación y transferencia de tecnología ha seguido el patrón lineal de la investigación en donde el flujo de información se da de manera lineal y casi unidireccional entre cada uno de los eslabones del proceso, lo que también ha debilitado fuertemente y no ha permitido posicionar adecuadamente a los actores generadores de investigación encargados de la transferencia de tecnología, tales como los centros de investigación y Universidades.

Bajo una concepción de esta naturaleza, el problema de la economía en su conjunto y del sector agropecuario mexicano para mejorar su capacidad de competir en los mercados locales y globales bajo un enfoque de sustentabilidad y equidad social, no reside solamente en un déficit de investigación, sino en

algo mucho más evolucionado en términos conceptuales. Algo en lo que se ha fijado la atención hace todavía muy poco tiempo y que se encuentra al final del proceso de producción de conocimiento y que se llama innovación.

De esta manera, se plantea que la generación y difusión del conocimiento, se asemeja cada vez a un modelo denominado en red, en donde la interacción entre generadores, transferidores y usuarios del conocimiento permitan un mayor flujo y apropiación de la información creada, que a fin de cuentas contribuirá de manera más eficiente para mejorar los niveles de bienestar de los usuarios finales y en donde cada uno de los actores tiene un rol y contribuye con el sistema de innovación.

Con respecto a la articulación del sistema de innovación, diversos estudios aplicados al sector agropecuario en México, han demostrado la existencia de una clara desarticulación entre la generación de investigación y la transferencia de conocimientos hacia los productores lo que conlleva a una escasa presencia de las instituciones en el sector agropecuario. De acuerdo a Muñoz et-al. 2004, la presencia de los centros de enseñanza y las instituciones de investigación sólo está presente en un 2% de productores como fuente de aprendizaje, mientras que la Fundación Produce es fuente de información para el 8% de agricultores; en otro estudio más reciente elaborado por Muñoz, et-al 2007 se confirma dicha desarticulación, pues de varias cadenas analizadas entre ellas bovinos doble propósito (Veracruz), maíz (Sinaloa) y cítricos (Tamaulipas), un 0.4, 0.7 y 1.7% de productores mencionó haber tenido alguna influencia de sus respectivas Fundaciones Produce, mientras que las Instituciones de Enseñanza

e investigación han tenido alguna influencia en el 1.2, 0.3 y 5.8% de los productores respectivamente. Lo que estos datos reflejan es la baja presencia de las Universidades en la dinámica innovadora de los productores.

Considerando lo anterior, el análisis del aporte de la Universidad al Sistema Nacional de Innovación Agroalimentaria, es un tema pendiente en la medida que se vislumbra como el organismo con mayor capacidad humana y tecnológica para articular y dinamizar el Sistema y contribuir a un mayor impacto agropecuario y rural. Por tanto comprender el rol y contribución de una Universidad agrícola (como la UACh), que se caracteriza por ser una de las más antiguas de América y que hoy destaca por recibir la mayor proporción del presupuesto fiscal destinado a educación e investigación agropecuaria, además de ser la que mayor número de egresados a nivel licenciatura y posgrado forma en Ciencias Agropecuarias, constituye un tema estratégico y de gran relevancia al considerar la debilidad que presenta México en todos los indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación y que han contribuido con la pérdida de competitividad y erosión del Índice de Desarrollo Humano.

II Marco teórico y conceptual

2.1 El crecimiento económico y el protagonismo del cambio tecnológico

2.1.1 El aporte neoclásico

La dinámica económica está marcada por un continuo incremento de la acumulación de capital, diversificación productiva y cambio estructural. Por mucho tiempo la teoría económica centró toda su atención en la acumulación de capital. Eso continuo siendo así, incluso después de que Abramovitz hiciera la advertencia de que quizás es prudente decir que sólo el descubrimiento y la explotación de nuevo conocimiento rivaliza con la formación de capital como causa del progreso económico (Abramovitz, 1989); e incluso después de que éste mismo autor mostrara en 1956 que la acumulación de capital sólo explicaba alrededor del 10-20 por 100 del crecimiento económico de los Estados Unidos y que otros como Solow, Denison y Kendrick, obtuvieran resultados similares.

La evidencia histórica ha puesto de manifiesto que el desarrollo económico y el crecimiento a largo plazo no son posibles como mero subproducto del aumento de la magnitud cuantitativa de los factores de producción sino que requiere cambios estructurales tanto del lado de la oferta (nuevos productos, sectores y

organización productiva) como del lado de la demanda (nuevas necesidades, nuevos mercados) y también en las relaciones e instituciones sociales (conflictos y colaboración entre los agentes económicos, distribución de la renta, políticas públicas).

Dentro de toda esta complejidad inherente al proceso de crecimiento, es posible una aproximación al papel que la tecnología y el cambio tecnológico juegan en ese proceso. Hoy casi nadie duda de que el avance en el conocimiento (la componente logo de la tecnología, la organización y todo lo demás) y su plasmación en tecnología (en su componente tecno-artefacto) constituyen los factores centrales en el crecimiento económico particularmente en estos tiempos en que nos adentramos en la era de la economía basada en el conocimiento.

Así la teoría económica dominante se ha ido centrando en forma exclusiva en los mercados y la formación de capital, enfatizando en los factores ligados a la tasa de ahorro e inversión, los evolucionistas han abordado también la incorporación de la tecnología. En el marco de las teorías del crecimiento endógeno se incorpora también la existencia de externalidades y rendimientos crecientes, el capital humano y el progreso técnico como variables endógenas es decir, aplicadas por el comportamiento optimizador de los individuos. Algunos autores destacan la importancia de feedback's en el crecimiento de la productividad, en el sentido de que un aumento y el consiguiente incremento de la renta permiten asignar más recursos a las actividades impulsoras de la productividad (inversión, innovación y educación) (Baumol y Wolf, 1994).

Hoy en día todo el mundo admite que el cambio técnico es un elemento crucial para el crecimiento económico pero el problema ha sido explicar cómo. Uno de los aspectos que complicaron los estudios fue la dificultad para cuantificar el cambio tecnológico o el aumento en el stock de conocimientos, problema al que se empezó a poner remedio a lo largo de los años sesenta principalmente con las estadísticas de I+D. Aunque el problema principal fue que las herramientas teóricas durante mucho tiempo dificultaron la comprensión de la naturaleza de esa relación. Los modelos de crecimiento económico construidos en base a la función de producción neoclásica (modelo de Swan Solow) sólo consiguen dar cuenta de esa solución de manera indirecta a través del residuo que queda al estimar la función de producción, es decir, una vez contabilizada la función del factor trabajo del factor capital. El famoso residuo de la función de producción, que paradójicamente explica la mayor parte del crecimiento del output, más del 50% del output y más del 90% del output per cápita, fue interpretado por Solow como si fuera principalmente el progreso técnico desincorporado, habitualmente referido como Productividad Total de los Factores (PTF).

Durante muchos años ese residuo, calificado por Abramovitz como la medida de nuestra ignorancia, constituyó un auténtico problema para el enfoque neoclásico del crecimiento por que el principal factor explicativo era exógeno, es decir, no explicado por variables económicas y por tanto un – maná caído del cielo-.

Una buena parte de los esfuerzos se centró en deshacerse del problema mediante refinamientos en la medición de los inputs y del output, hasta reducir la magnitud de ese residuo (Jorgenson y Griliches, 1967). Una vía alternativa

fue la emprendida por la teoría del crecimiento endógeno, a finales de los años ochentas, centrada no tanto en la medición sino en un cierto refinamiento conceptual.

Sin embargo, el gran salto para una nueva consideración del crecimiento partiendo del marco neoclásico es el constituido por la generación de modelos de crecimiento endógeno, o nuevas teorías del crecimiento que aparecen a finales de los años ochentas, el nuevo planteamiento consiste en suponer que la tasa de crecimiento depende no de un factor exógeno, sino de los comportamientos optimizadores de los agentes económicos y particularmente en lo que se refiere a la acumulación de capital físico o humano. Esta endogeneización de alguna variable impulsora le da un carácter autosostenido al proceso de crecimiento. Podríamos decir que esta generación de modelos presenta tres cualidades que los hacen interesantes desde el punto de vista del enfoque que perseguimos con esta investigación: primero, sitúan el cambio tecnológico en el centro del debate teórico sobre el crecimiento (junto con las externalidades y el capital físico y humano), segundo, admiten la posibilidad de diferencias amplias y persistentes de la tasa de crecimiento en países que parten de diferentes condiciones o dotaciones ideales, esta previsión de divergencia, entre países o regiones, choca claramente con la previsión de convergencia que se deriva de los modelos neoclásicos solowianos y podría explicar en teoría el mantenimiento de las disparidades entre los países a escala planetaria y la tercera es que contrario a lo que se deducía de los modelos neoclásicos, la existencia de tasas de inversión privada inferiores al óptimo social, por que los particulares no tienen en cuenta en sus cálculos las

externalidades positivas y justifica la intervención pública para promover el crecimiento (educación, I+D+i e incluso política industrial).

Sin embargo no basta con contabilizar la importancia del crecimiento es necesario entender la lógica causal subyacente en ese proceso de cambio para poder incidir y orientar con mayor acierto las políticas dirigidas al crecimiento. Es este nivel donde la teoría neoclásica se ve con menos argumentos y tiene que hacer frente a críticas profundas (Nelson, 2000).

2.1.2 El aporte evolucionista

En esta teoría se pasa a suponer que existen comportamientos diferentes y que la innovación (tecnológica, social, organizacional y gestionaría) juega un papel central en la creación de diferentes procesos y en productos (variedad) en base a las que actúa el proceso competitivo y selectivo evolucionista en el que unas empresas crecerán y otras se estancaran o incluso desaparecerán (Nelson y Winter, 1982; Metcalfe, 1993; Amendola y Gaffard, 1998).

En este enfoque evolucionista, el crecimiento tiene lugar a través de tres vías distintas: mediante innovaciones que crean nuevos sectores; mediante cambios dentro de cada sector; en el que las innovaciones y su difusión conducen a una mejora de la práctica media; y , finalmente, por el cambio estructural en el peso económico relativo correspondiente a los diferentes sectores. En este contexto la innovación y la difusión son los elementos clave del proceso de cambio, lo que marca claramente cuales deberán ser las prioridades de la política que pretenda favorecer el crecimiento. Más aún, dado que la difusión o puede tener

lugar sin la previa innovación cabe postular que la innovación es el elemento guía del sistema y es en la política de innovación en la que el gobierno debe centrarse si quiere que la productividad siga creciendo a largo plazo.

Para dar explicación por que las tasas de crecimiento difieren incorpora tres elementos explicativos, la creación de nueva tecnología, la difusión de tecnología y factores relacionados con la explotación económica de la innovación y la difusión. Por un lado la imitación permite entender la existencia de procesos de convergencia; en cambio la innovación es un factor que está permanentemente recreando la diversidad y diferencias, con lo cual, en la medida en que sea explotada productivamente, impulsa la divergencia entre países; la capacidad tecnológica es algo que se construye acumulativamente y presenta propiedades que generan rendimientos crecientes. En todo caso para dar alcance no basta con inversiones e importación de tecnología sino que es necesario realizar actividades tecnológicas propias (Fagerberg, 1988), de hecho en un análisis de países pobres permite afirmar que cuando el *gap tecnológico* es muy grande y existe una reducida capacidad social (nivel de educación sobre todo) puede dar lugar a un círculo vicioso de bajo crecimiento (Verspagen, 1991).

El papel de la I+D y la innovación resulta más significativo en los sectores de alta tecnología, aunque también en los otros tiene un efecto muy importante, esa incidencia positiva de la I+D se difunde más allá de la empresa o la rama en la que se realiza y beneficia también a otras empresas y ramas que serán mayores cuanto mayor sea el país. En consecuencia puede decirse que la competitividad de un país a largo plazo depende de su capacidad innovadora y

de la mejora de la productividad y no de los costes unitarios relativos. Así se espera que los países que encuentran su estrategia competitiva únicamente en los costos unitarios acabaran perdiendo posiciones a largo plazo. Y además una competencia basada en la innovación no es un juego de suma cero a nivel mundial, como sucede con la competencia en precios, sino que permite un mayor crecimiento y bienestar a nivel global.

2.2 Cambio estructural y perspectiva sistémica

El énfasis en el cambio tecnológico no debe hacer perder de vista dos elementos importantes que tienen que ver con la historicidad y el otro con el carácter sistémico de este tipo de procesos. En efecto, tanto los modelos neoclásicos como los de crecimiento endógeno, así como una parte de los evolucionistas, son en exceso muy abstractos y no consideran la historia, en el sentido de que las relaciones entre variables parecen ser así siempre, pues no toman en cuenta la variabilidad que pudiera haber de un periodo histórico con otro como consecuencia de cambios estructurales en el sistema económico. P. Romer concluiría que los *spillover* del conocimiento básico son el motor de cualquier estadio del crecimiento; Hepman y Grossman dirán lo mismo de la diferenciación de productos; R. Lucas afirmará eso mismo de la educación y el learning by doing; D. Aschauer dirá que es la inversión pública en educación, transporte y telecomunicaciones; Putman apunta al capital social; Audrecht, el capital empresarial y así otros más.

De esta manera lo más razonable es suponer que los mecanismos que impulsaron el crecimiento, no se reducen a un único factor sino más bien a una determinada articulación de diversos factores en los que existirá algún tipo de complementariedad y cabe suponer que esa combinación de factores puede variar de un periodo a otro.

Desde esta perspectiva, un fuerte ritmo de cambio tecnológico puede coexistir con una crisis de productividad debido al agotamiento del modelo o régimen de acumulación en vigor, por ejemplo la *slowdown productivity* de los años setenta que en lo adelante sería una manifestación de la crisis del fordismo (Boyer y Juillard, 1992). Por ello resulta imprescindible una consideración explícita del cambio estructural. Por otro lado, ese carácter sistémico permite pensar igualmente en la existencia de significativas especificidades nacionales, dando lugar a una diversidad de regímenes de crecimiento como queda patente en la literatura de los sistemas nacionales de innovación (Lundvall, 1992; Nelson, 1993)

2.3 Modelo lineal de generación de investigación vs modelo en red

Los análisis teóricos y empíricos llevados a cabo por los autores de la teoría evolucionista en los setentas y ochentas han puesto de manifiesto lo inapropiado que resultaba la concepción neoclásica del crecimiento (en la que veía a este como genérico, codificable, accesible, sin coste e independiente del contexto) y del modelo lineal de innovación que a ella solía ir asociado (modelo

lineal en el que toda la actividad innovadora partía todo de la I+D y en la que no existían interacciones).

Así, la lógica actual de funcionamiento del Sistema de Innovación Mexicano está fuertemente dominado por lo que se ha dado en llamar la visión lineal de la ciencia, según la cual los flujos de conocimiento comienzan en la investigación básica realizada en los laboratorios científicos o campos experimentales, de las Instituciones de Enseñanza e Investigación, seguida de la investigación aplicada, hasta llegar a los desarrollos tecnológicos transferidos por los extensionistas o asesores como paquetes tecnológicos o “recetas” válidas para muchos productores y por mucho tiempo. Una mayor cantidad de insumos en las etapas iniciales del proceso se traducen inevitablemente y al cabo de un tiempo, en una mayor cantidad de tecnologías al final de la línea.

De acuerdo con esta visión, la ciencia es considerada como un mecanismo fuera del mercado cuyo objetivo principal es crear información nueva que se difunde libremente y lo más rápido posible por medios especializados (como las revistas científicas); es decir, el objetivo es la creación de un bien público. Por esta razón, los incentivos para los científicos se basaban en la contribución a la generación del conocimiento y no en su utilidad.

Con el transcurrir del tiempo y dados los pobres resultados en términos de la capacidad de contribución del Sistema a la competitividad y sostenibilidad de la economía en su conjunto, y del sector agroalimentario y rural en particular, se han generado suficientes estudios y evidencias empíricas sobre el cambio tecnológico y el crecimiento económico que han dado origen a una visión alternativa de la ciencia y la tecnología. Así, bajo la nueva visión de Red o

Sistémica, la creación de conocimiento e innovaciones es resultado de complejas interacciones entre varios agentes, las que incluyen varias líneas de retroalimentación que ocurren en cualquier etapa del proceso de creación del conocimiento y su aplicación. Más que un proceso lineal, la creación de conocimiento e innovaciones podría representarse por una compleja red en forma de telaraña en la que algunos agentes aportan recursos económicos (nodo financiador), otros generan información y conocimientos (nodo investigador), otros la adaptan e incorporan para la producción de bienes comerciables en forma de maquinaria, equipo e insumos (nodo proveedor o transformador), otros la difunden o facilitan el aprendizaje con fines de adopción (nodo transferidor o facilitador), y otros finalmente la adaptan, la aplican y generan nuevo conocimiento o demandas a la red (nodo agricultor o ganadero) (Radjou, 2004 y 2006).

La adopción de una visión de esta naturaleza tiene profundas implicaciones en el modo de organización del sistema. Así, bajo el enfoque lineal, la organización del sistema es por disciplinas científicas que siguen su lógica y jerarquías propias; las instituciones son centradas en sí mismas y estables, el ambiente científico que prevalece es lento y conservador, muy cuidadoso de la calidad de los trabajos de investigación, dirigido por una estructura fuerte y meritocrática.

En cambio, en la visión de Red o Sistémica, la producción de conocimiento es transdisciplinaria y multidisciplinaria, caracterizada por un flujo permanente de lo teórico a lo aplicado y viceversa; la organización suele ser transitoria en virtud de los cambios en la problemática a resolver. Puesto que se integran varias

disciplinas no siempre ubicadas en el mismo territorio e institución, es difícil de centralizar. Además, los conocimientos son creados por una diversidad de agentes, algunos por medio de investigaciones formales, otros a través de la experiencia; algunos en el sector público y otros en el privado, es decir la creación del conocimiento se hace cada vez más en redes (Ekboir, et.al.2006). La competitividad de cualquier sector económico o sistema producto finalmente depende de cuán bien funcionen estas redes y de cuánto puedan los oferentes y demandantes de conocimientos convertirse en nodos de estas redes.

2.4 Sistema nacional de innovación

Los sistemas de innovación se conciben como una *red de actores que incluyen productores, empresas, universidades, centros de investigación, institutos tecnológicos, centros de capacitación, organizaciones intermedias de apoyo a la actividad empresarial e instituciones financieras. Las actividades e interacciones de estos actores contribuyen a la producción, difusión y uso de conocimiento social o económicamente útil*, es decir, a mejorar el desempeño innovador de las empresas y a mejorar procesos sociales (Freeman 1987; Lundvall 1992; Nelson 1993).

La introducción sistémica al proceso de innovación abre la posibilidad de incorporar la visión en red en la generación de conocimiento; si bien, en los últimos años el término ya ha sido adoptado en diversos sectores de la

economía, hoy en día quedan muchas dudas principalmente sobre la amplitud o las fronteras de éste, a tal grado que se presenta sólo como un marco de análisis para el análisis de la innovación.

Con el paso del tiempo diversos autores han adaptado el concepto a distintos niveles tales como el nacional, sectorial y regional, y todos coinciden en los siguientes puntos acerca del sistema nacional de innovación (Navarro, 2001):

- Se pone a la innovación como el eje central de todo el proceso de análisis y aprendizaje
- Enfoque holístico e interdisciplinar, puesto que trata de incorporar a todos los elementos importantes en el proceso de innovación y además incluye no sólo los factores económicos, sino los organizacionales, institucionales
- La perspectiva histórica, en donde se considera que la innovación como parte de un proceso necesita tiempos desde su creación hasta su difusión y adopción
- La heterogeneidad entre sistemas, en donde se sostiene que ningún sistema es similar a otro
- Énfasis en la interdependencia, en donde se sostiene la dependencia entre los distintos elementos del sistema
- El papel que se le otorga a las instituciones y organizaciones

De esta manera en los últimos años el enfoque evolucionista ha venido cobrando fuerza sobre la corriente Neoclásica, pues como bien lo menciona Buesa et al (2001) y Freeman (1994), los principales elementos que justifican esto son: la incapacidad de los neoclásicos para explicar el componente tecnológico en los modelos de crecimiento y el predominio de la visión lineal en la generación de conocimiento relegando las interacciones, por lo que la teoría evolucionista sí los ha incorporado.

Las características de los sistemas nacionales de innovación y en los que se fundamenta su aportación, tienen que ver con los siguientes elementos:

2.4.1 Organizaciones e instituciones

Primeramente, Edquist (1997), hace una clara distinción entre organizaciones e instituciones, ya que hasta antes del enfoque sistémico, se concebían casi de manera indistinta; sin embargo, en este nuevo enfoque de los SNI es clara la separación, en el sentido de que las organizaciones se consideran estructuras formales creadas con un objetivo específico, en este rubro podríamos ubicar, empresas, universidades, organizaciones financieras y organizaciones públicas de fomento a las políticas de innovación.

Sin embargo, podrá diferenciarse entre distintos tipos de organizaciones, desde públicas y privadas; otra clasificación sería basándose en el papel que juegan en la generación del conocimiento, en donde podrían ser: generadoras de conocimiento, como las universidades, difusoras e incluso reguladoras.

Por otro lado, las instituciones, se refiere a las reglas, leyes y reglamentos que regulan el proceso de creación y difusión del conocimiento, así como las relaciones e interacciones entre los distintos actores del sistema, en términos generales son las reglas del juego.

Al igual que en las organizaciones, entre las instituciones podríamos establecer clasificaciones, que van, desde instituciones políticas o económicas; otra clasificación podría agruparlas en instituciones formales como las leyes, reglamentos, e informales referidas principalmente a la costumbres.

De esta manera, en los sistemas nacionales de innovación, estos dos componentes serían los que se consideran de mayor importancia debido primeramente, a la consideración de los procesos de interacción entre las diferentes organizaciones en donde se involucran los procesos de aprendizaje de los diversos actores del sistema y segundo, las interacciones que se dan entre las diversas instituciones, que en los procesos de innovación se consideran importantes puesto que se articulan para el fomento de la innovación.

2.4.2 Innovación y aprendizaje

En este punto, los diversos autores que han participado en la construcción del sistema de innovación no logran aún coincidir, sin embargo cada uno aporta elementos importantes que permiten entender de una mejor forma estos procesos, así, Nelson y Rosenberg (1993) se ven limitados en el sentido que sólo abordan la innovación desde el punto de vista tecnológico, dejando fuera la parte organizativa e institucional; por su parte Freeman, (1987) sí considera las

innovaciones no tecnológicas; mientras que Lundvall, (1998) pone el centro de análisis el aprendizaje y el proceso interactivo de creación y difusión de conocimiento.

Esta divergencia de enfoques, es un punto clave dentro del análisis de la innovación, puesto que los sistemas de innovación buscan encontrar o definir las determinantes de la innovación, de esta manera resulta importante para definir las fronteras de análisis del sistema, que se entiende por innovación así como sus múltiples variantes.

2.4.2.1 Innovación

Entre las definiciones genéricas, la de Edquist, (2001), se refiere a nuevas creaciones de naturaleza económica creadas por las empresas; así este concepto tendera a diversas connotaciones pero siempre referidas en lo medular a cambios que generan riqueza y bienestar.

Dentro de las clasificaciones, más comunes están las relacionadas con la innovación de producto en donde se hace referencia a lo *que* es producido, o las de proceso en donde se incluye el *cómo* es producido. La primera puede ser de bienes o servicios mientras que la segunda seria del tipo tecnológica u organizacional. Finalmente las innovaciones de producto reflejan un cambio en la estructura productiva, mientras que las de proceso establecen crecimiento en productividad.

Sin embargo, y por el tema que se toca en esta investigación, la clasificación más adecuada y donde encaja este trabajo es la que se propone para

diferenciar innovaciones, incrementales, radicales, cambios en el sistema tecnológico y en el paradigma tecno-económico (Freeman y Perez, 1988).

Las *innovaciones incrementales* aparecen no como el resultado de investigaciones predeterminadas en ciertos sectores, sino más bien son el resultado de invenciones y mejoras sugeridas por personal involucrado en el proceso de producción o como resultado de una demanda específica de los usuarios. Mientras que las *innovaciones radicales*, son el resultado de actividades deliberadas de investigación y desarrollo en universidades, empresas, centros de investigación y laboratorios gubernamentales, por que el conocimiento requerido para llevarlas a cabo normalmente trasciende al proveniente de la experiencia de las personas, éstas se distribuyen de manera desigual entre sectores y a lo largo del tiempo y actúan como trampolines para el crecimiento de nuevos mercados.

Otro elemento diferenciador es el relacionado con los cambios del sistema tecnológico, los cuales en muchas ocasiones dan origen a nuevos sectores y en donde se involucran, innovaciones radicales, incrementales, organizacionales y de gestión.

Y finalmente las llamadas revoluciones tecnológicas o cambios en paradigmas tecno-económicos, que en resumidas cuentas son los cambios en los sistemas tecnológicos de gran alcance y que influyen poderosamente en toda la economía, e implica muchos cúmulos de innovaciones radicales e incrementales y eventualmente nuevos sistemas tecnológicos.

Finalmente, es claro la existencia de tres tipos de abordaje de los SNI; el primero se distingue por dar mayor importancia a los procesos de aprendizaje basados en la práctica (*by doing-by using-by interacting*) y por consiguiente se basa mayormente en el análisis de las innovaciones incrementales; el segundo, encabezado por Rosenberg y Nelson principalmente, se centra en el análisis de las instituciones y organizaciones implicadas en los procesos de investigación y exploración (*searching y exploring*) y aborda mayormente las innovaciones radicales y el cambio de los sistemas tecnológicos; y el último enfoque encabezado por Freeman y Pérez se interesan más por los ciclos largos centrándose en los paradigmas tecno-económicos.

Los dos primeros enfoques, tanto el de Aalborg y Lundvall y el de Nelson y Rosenberg, son los que para este estudio, se consideran en el sentido que la Universidad es parte de las organizaciones del Sistema en donde ésta implicada en los procesos de investigación y exploración; pero además al interior de la Universidad existen procesos de aprendizaje debido a la práctica o experiencia que los investigadores demuestran en los hechos.

2.4.2.2 Funciones del Sistema

A pesar de que se ha avanzado en el marco conceptual de lo que es el SNI y que se tiene claridad sobre su función, que es la producción, difusión y uso de las innovaciones acotadas a un espacio; es en éste último punto referido al espacio en donde no se han podido establecer los límites de los sistemas ya que de esto dependerá en gran medida su función.

De manera similar sucede con el papel de la Universidad pues el balance entre las tres funciones básicas que es la formación de capital humano, la generación de conocimiento y la contribución al bienestar económico y social, es ambiguo puesto que las tres son igual de importantes pero su balance y apoyo interno afectaran en gran medida el desempeño de esta y su impacto al exterior.

Debido a esto, es imprescindible avanzar en las funciones del SNI, para así: poder establecer las fronteras del sistema; describir el estado actual del sistema e identificar los mecanismos que inducen o bloquean sus funciones y evaluar la funcionalidad del sistema; estudiar la evolución a lo largo del tiempo y la dinámica del sistema; comparar la funcionalidad del sistema comparando los actores de uno y otro.

Finalmente lo que es cierto es que la función de los sistemas de innovación es similar, sin embargo las funciones pueden ser desempeñadas por distintas organizaciones y en contexto de instituciones específicas diferentes. También no existe una correlación entre organizaciones y funciones, puesto que una organización puede desempeñar diversas funciones y una función puede ser desarrollada por varias organizaciones. Finalmente y en vista de la amplitud de funciones que los sistemas pueden desempeñar y considerando los límites, que aún no se han definido, resulta imprescindible seguir avanzando tanto en las funciones como en los límites. En éste último es en donde se hace una acotación, en el sentido de que el análisis de esta investigación se limita al papel de la Universidad dentro del sector agroalimentario.

2.5 El Sistema Nacional de Innovación Agroalimentaria (SNIA) en México

Desde el momento en que se ha intentado definir las funciones y límites de los SNI, nos hemos encontrado en la disyuntiva de qué elementos son los que hay que considerar para el análisis y cuáles no, pero además, por sí sólo el nombre ya lleva una acotación nacional que en cierta forma lo delimita.

Independientemente de la cantidad de actores y sus funciones en el sistema, en este estudio nos centraremos específicamente en dos elementos que definen de manera precisa el sistema; el primero, se relaciona con los límites sectoriales del sistema, para lo cual nos centramos en el sector agroalimentario del país; el segundo, tiene que ver con el análisis de la función específica de un actor, la Universidad Autónoma Chapingo y su contribución al Sistema Nacional de Innovación Agroalimentaria (SNIA).

El SNIA se define como el *conjunto de actores en donde se incluye a productores, empresas, universidades, centros de investigación, institutos tecnológicos, centros de capacitación, organizaciones intermedias de apoyo a la actividad empresarial e instituciones financieras* (Ekboir, 2006) y los procesos de interacción contribuyen a la creación y difusión de innovaciones social o económicamente útiles, lo cual contribuirá al desempeño innovador del sector agroalimentario.

En México el SNIA es aún débil, principalmente por la ausencia de un agente que promueva los procesos de interacción y flujos de conocimiento entre los diversos actores; debido a ello, las políticas de ciencia, tecnología e innovación tendrán que ser diseñadas acorde al sistema prevaleciente. Una de las características de los SNI es su evolución a lo largo del tiempo, lo cual en muchos de los casos depende de la política de ciencia, tecnología e innovación, del entorno y de la evolución de los mismos actores.

En México se pueden distinguir dos grandes momentos en la evolución del sistema de innovación y que han conformado y dado forma a lo que hoy llamamos SNIA.

El primero se dio entre finales de los años ochenta y parte de los noventa y consistió en el retiro del Estado de las actividades del sector agropecuario, lo cual fue a raíz de múltiples críticas hechas a las principales organizaciones generadoras de investigación en donde se les cuestionó el bajo impacto de la investigación que generaban, en donde prevalecía el modelo lineal en la generación de investigación.

El segundo, tuvo sus orígenes con la entrada de México al GATT en 1986, posteriormente con la firma del TLCAN en 1994 y finalmente con la firma de múltiples tratados con diversos países.

Todo esto, llevó a redefinir el arreglo organizacional e institucional del sector agroalimentario, puesto que la problemática a la que el sector se enfrentó hasta antes de la década de los ochentas consistía básicamente en la producción de alimentos basándose en las tecnologías de la revolución verde; mientras que las necesidades posteriores a todos estos cambios, exigían no sólo producir alimentos, sino que había que considerar otras variables como la calidad, inocuidad, cuidado del medio ambiente y sobre todo mejorar la competitividad del sector.

La reestructuración del sistema se perfiló en un primer momento en la creación de organizaciones de productores en donde se captaran sus demandas directamente, posteriormente estas organizaciones llamadas Fundaciones Produce, recibirían un presupuesto federal que se asignaría para financiar proyectos de I+D+i, en donde el receptor principal de los recursos fue en sus inicios el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), sin embargo, con el paso del tiempo las Fundaciones encontraron otra cartera de proveedores diferentes al INIFAP que les proveían mejores productos para cumplir sus con sus objetivos y a los cuales con el paso de los años han venido asignando mayor presupuesto.

A la par se han creado una serie de programas de extensionismo que han evolucionado en nombre, más que en funciones sustanciales (desde el SINDER en 1995 hasta el PRODESCA en 2006) en donde la finalidad era vincular las investigaciones del INIFAP, más no las de las Universidades con las necesidades reales de los productores, sin embargo, este objetivo no se logro

debido principalmente a lo siguiente: falta de coordinación institucional, pagos intermitentes y lentos hacia los extensionistas, falta de continuidad de los técnicos por esta lentitud de pagos, excesiva demanda en el llenado de formatos lo que les restó eficiencia para cumplir sus actividad sustancial de extensionismo y finalmente el deslinde de las Fundaciones Produce de articular la investigación y el extensionismo.

Posteriormente, un cambio no menos importante y que tiene que ver con las reglas del juego, es la creación de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) en 2001. Que entre otras cosas reorganizó las funciones del sistema y creo nuevas estructuras para armonizar los procesos en el sector rural y lograr mayor eficiencia en los Programas federales y contribuir de manera eficaz con la competitividad del país.

En efecto, la Ley crea al Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología (SNITT) en su artículo 22 y a la Comisión Intersecretarial; el primero tiene como objetivo principal coordinar y concertar a las diversas organizaciones generadoras de I+D+i para satisfacer las demandas de los productores; mientras que la Comisión intersecretarial es la encargada de generar la política en materia de investigación de acorde a las necesidades nacionales, estatales y regionales. Sin embargo, el SNITT a pesar de ser creado por la LDRS en 2001, inicia funciones hasta el 2004 pero sin recursos y sin personal suficiente para ejercer la tarea asignada en la LDRS.

Otro elemento que ha reconfigurado el SNIA es la adopción por casi la totalidad de las organizaciones encargadas de I+D+i en México del modelo de fondos competidos para financiar los proyectos, pues si bien las experiencias en países pequeños como el caso de Chile ha funcionado correctamente y se tienen experiencias exitosas, no así para el caso de Brasil, en donde por su tamaño, complejidad y diversidad ha requerido de varias combinaciones en los mecanismos de financiación de la I+D+i.

Adicionalmente se aprecia una fuerte desvinculación de las Universidades del sector, principalmente en su tercer misión, que es la de contribuir al desarrollo y bienestar de la población del sector; y sin embargo hoy en día es la organización más completa y con mayor capacidad para lograr eficientemente procesos de articulación entre los agentes involucrados en la I+D+i, ya que posee capital humano con experiencia en el sector (académicos), forma capital humano capacitado para el sector (egresados) y tiene toda una estructura de soporte dedicada a la generación de investigación básica.

De tal modo, el SNIA que prevalece actualmente en el país, es producto de una serie de transformaciones organizacionales e institucionales que han dado matices específicas pero complejas, puesto que a no se ha logrado superar la inercia del proceso lineal de generación de conocimiento y tampoco se ha logrado articular una política de CTI, ni a los distintos actores, así, la

consecuencia más palpable es la pérdida de competitividad del sector y el empobrecimiento cada vez mayor de la población del sector rural.

Actualmente las principales organizaciones e instituciones que conforman el SNIA son:

1. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través de sus instituciones de investigación y docencia: INIFAP, el CP, la UACH y la UAAAN;
2. Los Institutos Tecnológicos Agropecuarios dependientes de la SEP;
3. Las Facultades de Agronomía y Veterinaria de las universidades estatales;
4. Los Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología; y
5. Los Patronatos de Apoyo a la Investigación y las fundaciones estatales PRODUCE para fomento y apoyo a proyectos con orientación hacia la transferencia de tecnología.
6. La comisión intersecretarial y el SNITT
7. Programas de extensionismo

III Marco de Referencia

3.1 Marco normativo de la Ciencia y Tecnología en México

El sistema de innovación mexicano está coordinado por el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, que integra la Presidencia de la República, representantes de distintos ministerios (salud, energía, medio ambiente, entre otros), el director del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el Coordinador General del Foro Consultivo Científico y Tecnológico.

Sus funciones más importantes son: aprobar las políticas nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), definir el programa especial de CTI, aprobar el presupuesto consolidado de CTI, establecer un sistema independiente para la evaluación de la eficacia del sistema, y establecer prioridades y criterios para la asignación del gasto público en el ámbito.

El sistema está centrado alrededor del CONACYT, que es la institución encargada de formular e implementar las políticas públicas de CTI y de promover la investigación, la innovación, el desarrollo y la modernización tecnológica. Para llevar a cabo su misión, el CONACYT cuenta con los instrumentos siguientes:

Fondos Sectoriales, Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología (FONCICYT), Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT), Fondo de Innovación Tecnológica, el Programa AVANCE, el Programa de Fondos Mixtos (FOMIX), Centros Públicos de Investigación (CPI), Programa de Redes de Innovación, y el Sistema Nacional de Investigadores. De manera similar, las distintas agencias federales cuentan con programas que incluyen fondos sectoriales y programas de apoyo a la investigación y el desarrollo.

La ejecución del presupuesto público en CTI se lleva a cabo a través de los diferentes fondos mencionados anteriormente, y por los centros de investigación, universidades públicas y privadas y por las empresas. La articulación del sistema se vuelve operativa a través de los Programas Especiales de Ciencia y Tecnología lanzados en el 2002. En efecto, estos programas son el producto de un largo proceso consultivo con los diferentes sectores (empresa, universidad, gobierno, y científicos) y reflejan por lo tanto las carencias y las necesidades del sistema mexicano de CTI. El último programa es el Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2008-2012.

En cuanto a la evaluación y el seguimiento de las actividades de CTI, se encuentran a cargo del Sistema Nacional de Evaluación Científica y Tecnológica (SINECYT), cuyo propósito fundamental es garantizar que la evaluación de las propuestas que se presentan en los diversos fondos de apoyo del CONACYT, se efectúe de manera transparente y objetiva.

El SINECYT es una institución dependiente del CONACYT. También es importante mencionar el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCYT), que realiza estudios para evaluar los resultados de las estrategias así como estudios prospectivos para proponer nuevas estrategias y políticas. Adicionalmente, los resultados del programa de desarrollo y formación de recursos humanos son evaluados anualmente por un consultor, y son procesados por un programa de evaluación en coordinación con el Banco Mundial.

La ley para el fomento de la actividad científica y tecnológica de 1999 estableció el trinomio ciencia básica-innovación tecnológica-usuarios como la mejor herramienta para el desarrollo científico, reconoció de manera equilibrada el peso de las ciencias y las humanidades, valorando para su mejor desarrollo el viejo principio de la libertad de investigación, se buscó fortalecer la relación entre investigación y formación de recursos humanos, se reconoció la diversidad de actores que participan en la generación de conocimiento, principalmente las universidades y centros de investigación, y se sopesó el valor de las regiones para las tareas de ciencia, tecnología e innovación.

3.2 Ley de ciencia y tecnología

La iniciativa de Ley de Ciencia y Tecnología reconoce que la investigación básica y aplicada, la innovación tecnológica y el desarrollo tecnológico integran un proceso continuo que permite ampliar las fronteras del conocimiento y que

estas pueden usarse para contribuir al desarrollo de diversos sectores estratégicos como la educación, la salud, la energía, el medio ambiente, la producción agropecuaria, la producción industrial y las comunicaciones impulsada por el Ejecutivo. La iniciativa se presentó en la H. Cámara de Diputados el 4 diciembre de 2001, siendo aprobada y turnada a la H. Cámara de Senadores el 29 de abril de 2002 para su aprobación, situación que ocurrió un día después.

Originalmente la iniciativa presentada contenía dos componentes: una nueva Ley Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y un Decreto para reformar y adicionar la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica. Durante el proceso legislativo se cambió la denominación de esta última Ley por la de Ley de Ciencia y Tecnología, siendo la norma que está vigente para la generalidad de las actividades de ciencia y tecnología en México.

El fundamento constitucional de esta Ley está en el artículo 3º constitucional que establece el derecho universal a la educación; específicamente se funda en la fracción V que señala:

Además de impartir la educación preescolar, primaria y secundaria señaladas en el primer párrafo, el Estado promoverá y atenderá todos los tipos y modalidades educativos —incluyendo la educación inicial y a la educación superior— necesarios para el desarrollo de la nación, apoyará la investigación científica y tecnológica, y alentará el fortalecimiento y difusión de nuestra cultura.

Destacan en el objeto de la Ley, regular los apoyos para el impulso, fortalecimiento y desarrollo de la investigación científica y tecnológica, determinar mecanismos para que el Estado cumpla con la obligación de apoyar estas áreas, establecer los mecanismos de coordinación de acciones entre las dependencias y entidades para definir políticas y programas en materia de desarrollo científico y tecnológico y establecer las instancias y mecanismos de coordinación con los estados, para la vinculación y participación de la comunidad científica y académica en la generación y formulación de políticas de promoción, difusión, desarrollo y aplicación de la ciencia y la tecnología, así como en la formación de profesionales de la ciencia y la tecnología.

De especial relevancia para la investigación y la innovación, es el hecho de que se establecen las bases de una política de Estado que sustente la integración del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología e incorpore el desarrollo y la innovación a los procesos productivos a fin de incrementar la productividad y la competitividad que requiere el aparato productivo nacional. Estas disposiciones marcan la pauta para que las actividades de investigación se orienten orientadas a la solución de problemas.

La Ley establece el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología con la integración de la política de Estado en materia de ciencia y tecnología; el programa especial de ciencia y tecnología; los programas sectoriales y regionales relacionados con estos componentes; los principios orientadores, los instrumentos legales, administrativos y económicos de apoyo; las dependencias

y entidades de la administración pública federal que realicen actividades de investigación científica y tecnológica o de apoyo; los organismos de los sectores social, privado y de los gobiernos de los estados; la red nacional de grupos y centros de investigación y las actividades de investigación científica de las universidades e instituciones de educación superior.

Asimismo, la Ley crea el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico como el órgano de política y coordinación que preside el Presidente de la República y que integra a los nueve titulares de las secretarías de estado, más el Director General del Conacyt y el coordinador general del Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Por adiciones aprobadas en el legislativo en el año 2006, se incorporaron como integrantes del Consejo al Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias y al Secretario General Ejecutivo de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES).

A este Consejo le corresponde, entre otras funciones, establecer las políticas nacionales de ciencia y tecnología, aprobar el programa especial de ciencia y tecnología y realizar su seguimiento y evaluación, así como aprobar propuestas de políticas y mecanismos de apoyo a la ciencia y la tecnología en materia de estímulos fiscales y financiamiento.

El artículo 11 faculta al Conacyt para interpretar la Ley para efectos administrativos, lo que en la práctica hace obligatorio que cualquier organismo que realice actividades de investigación y transferencia de tecnología involucre o tome como referencia a este organismo en el diseño y operación de estrategias.

Otro de los aspectos destacables de la Ley es el reconocimiento del papel del sector privado en las actividades de investigación en ciencia y tecnología; establece que se procurará la concurrencia de aportaciones de recursos públicos y privados, nacionales e internacionales para la generación, ejecución y difusión de proyectos de investigación científica y tecnológica; así como de modernización y formación de recursos humanos especializados para la innovación y el desarrollo tecnológico.

En relación con los mecanismos de financiamiento, la Ley señala que la selección de instituciones, programas, proyectos y personas destinatarios de los apoyos, se realizará mediante procedimientos competitivos, eficientes, equitativos y públicos, sustentados en méritos y calidad, así como orientados con un claro sentido de responsabilidad social que favorezcan al desarrollo del país.

Asimismo, queda establecido que la actividad de investigación y desarrollo tecnológico que realicen directamente las dependencias y entidades del sector público, se orientará a identificar y solucionar problemas de interés general, avanzar la frontera del conocimiento, mejorar la calidad de vida de la población y del medio ambiente y apoyar la formación de recursos humanos en estas áreas.

Los instrumentos de apoyo a la investigación científica y tecnológica por parte del gobierno federal son:

- El sistema integrado de información sobre investigación científica y tecnológica a cargo del Conacyt para el acopio, procesamiento,

sistematización y difusión de las actividades y resultados de las actividades de investigación.

- El programa de ciencia y tecnología formulado por el Conacyt con base en las propuestas de las dependencias y entidades de la administración pública federal relacionadas con la investigación científica, investigación y desarrollo tecnológico, quienes tomarán en cuenta las opiniones y propuestas de las comunidades científicas, académicas y tecnológicas convocadas por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico.
- La realización de actividades de investigación científica y tecnológica a cargos de las dependencias del gobierno, y
- La creación, el financiamiento y la operación de diversos fondos que se crean en la Ley.

Para el apoyo financiero, la Ley crea dos tipos de fondos: los fondos Conacyt y los fondos de investigación científica y desarrollo tecnológico. Los fondos se dividen en:

- Fondos Institucionales: mediante la figura de fideicomiso, tienen como beneficiarios a las instituciones, universidades públicas y particulares, centros, laboratorios, empresas públicas y privadas o personas dedicadas a la investigación científica y tecnológica, y desarrollo tecnológico con objeto de otorgar apoyos y financiamientos para actividades de 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 y para estimular y reconocer a investigadores y tecnólogos.

- Fondos Sectoriales: Son fideicomisos que se constituyen a través de convenios entre el Conacyt y las Secretarías de Estado y entidades de la administración pública federal. Estos fondos tienen como propósito apoyar la realización de investigaciones científicas y tecnológicas, la formación de recursos humanos especializados, becas, creación, fortalecimiento de grupos o cuerpos académicos de investigación y desarrollo tecnológico, divulgación científica y tecnológica y de la infraestructura que requiera el sector de que se trate. Solamente las universidades e instituciones de educación públicas y particulares, centros, laboratorios, empresas públicas y privadas y demás personas inscritas en el registro nacional de instituciones y empresas científicas y tecnológicas, pueden ser beneficiarias y por tanto ejecutoras de los proyectos con estos fondos.
- Fondos de Cooperación Internacional y, Fondos Mixtos que se convienen entre el Conacyt y los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios pudiendo ser de carácter regional, estatal y municipal para el apoyo a la investigación científica y tecnológica; pueden incluir la formación de recursos humanos de alta especialidad.

3.3 Ley de desarrollo rural sustentable

Al igual que otras leyes relacionadas con el sector, la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) tiene como fundamento constitucional la Fracción XX del Artículo 27, que establece:

“El Estado promoverá las condiciones para el desarrollo rural integral, con el propósito de generar empleo y garantizar a la población campesina el bienestar y su participación e incorporación en el desarrollo nacional, y fomentará la actividad agropecuaria y forestal para el óptimo uso de la tierra, con obras de infraestructura, insumos, créditos, servicios de capacitación y asistencia técnica. Asimismo expedirá la legislación reglamentaria para planear y organizar la producción agropecuaria, su industrialización y comercialización, considerándolas de interés público.”

En materia de investigación y transferencia de tecnología, en su artículo 22 la LDRS establece que la Comisión Intersecretarial, mediante la concertación con la dependencias y entidades del sector público y con los sectores privado y social, aprovechará las capacidades institucionales de éstos y las propias para integrar, entre otros, al Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable (SNITT).

Para entender los alcances de este mecanismo, es necesario remitirse a la definición de sistema que da la propia Ley en su artículo 3º: es el “mecanismo de concurrencia y coordinación de las funciones de las diversas dependencias e instancias públicas y privadas, en donde cada una de ellas participa de acuerdo a sus atribuciones y competencia para lograr un determinado propósito”.

En el artículo 32 del título tercero se señala que el Ejecutivo, con la participación de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, así como los sectores social y privado del medio rural, impulsará las actividades económicas en el ámbito rural y que los programas que se establezcan para este fin se propiciarán, entre otras, con el impulso a la investigación y desarrollo tecnológico agropecuario, la apropiación tecnológica y su validación, así como con la transferencia de tecnología a los productores, la inducción de prácticas sustentables y la producción de semillas mejoradas incluyendo las criollas.

La Ley contiene un capítulo, el II, titulado “De la Investigación y la Transferencia Tecnológica”, en el que se destaca lo siguiente:

La Comisión Intersecretarial, con la participación del Consejo Mexicano, integrará la política nacional de investigación para el desarrollo rural sustentable, la cual será de carácter multidisciplinario e interinstitucional, considerando las prioridades nacionales, estatales y regionales. Asimismo, llevará a cabo la programación y coordinación nacional en esta materia, tomando en consideración las necesidades que planteen los productores y demás agentes de la sociedad rural.

La Ley menciona, sin especificar el mecanismo, que la política nacional de investigación para el desarrollo rural sustentable, con base en las instituciones competentes y utilizando los recursos existentes, incluirá las medidas para disponer de una instancia con capacidad operativa, autonomía efectiva y autoridad

moral para emitir los dictámenes y resoluciones arbitrales que se requieran y que tenderá a contar con un adecuado diagnóstico permanente de los diferentes aspectos necesarios para la planeación del desarrollo rural sustentable y a la búsqueda de soluciones técnicas acordes a los objetivos soberanos de la producción nacional.

Para impulsar la generación de investigación sobre el desarrollo rural sustentable y en particular el desarrollo tecnológico, su validación, transferencia y apropiación por parte de los productores y demás agentes, se creó el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable (SNITT) al que la Ley reconoce como una función del Estado que se cumple a través de sus instituciones y se induce y complementa a través de organismos privados y sociales dedicados a dicha actividad.

El SNITT tiene como objetivo coordinar y concertar las acciones de instituciones públicas, organismos sociales y privados que promuevan y realicen actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico, validación y transferencia de conocimientos en la rama agropecuaria, para la identificación y atención tanto de los grandes problemas nacionales en la materia como de las necesidades inmediatas de los productores y demás agentes de la sociedad rural respecto de sus actividades agropecuarias.

La dirección del Sistema, corresponde a la SAGARPA y debe integrar los esfuerzos de:

1. Las instituciones públicas de investigación agropecuaria federales y estatales;

2. Las instituciones públicas de educación que desarrollan actividades en la materia;
3. Las instituciones de investigación y educación privadas que desarrollen actividades en la materia;
4. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología;
5. El Sistema Nacional de Investigadores en lo correspondiente;
6. Los mecanismos de cooperación con instituciones internacionales de investigación y desarrollo tecnológico agropecuario y agroindustrial;
7. Las empresas nacionales e internacionales generadoras de tecnología agropecuaria y forestal, a través de los mecanismos pertinentes;
8. Las organizaciones y particulares, nacionales e internacionales, dedicados a la investigación agropecuaria, mediante los mecanismos de cooperación que correspondan;
9. El Consejo Mexicano para el Desarrollo Rural Sustentable (CMDRS) y los Consejos Estatales para el Desarrollo Rural Sustentable; y
10. Otros participantes que la Comisión Intersecretarial considere necesarios, para cumplir con los propósitos del fomento de la producción rural.

En materia de investigación agropecuaria, corresponde al Gobierno Federal impulsar la investigación básica y el desarrollo tecnológico con base en la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica y demás ordenamientos aplicables. La SAGARPA tiene a su cargo la coordinación de las instituciones de la Administración Pública Federal con responsabilidad en la investigación agropecuaria, socioeconómica y la relacionada con los recursos naturales del país,

el apoyo a los particulares y empresas para la validación de la tecnología aplicable a las condiciones del país que se genere en el ámbito nacional e internacional.

El SNITT está concebido en la Ley para atender las demandas de los sectores social y privado a través de las siguientes acciones:

- Cubrir las necesidades de ciencia y tecnología de los productores y demás agentes de las cadenas productivas agropecuarias y agroindustriales y aquellas de carácter no agropecuario que se desarrollan en el medio rural;
- Promover la generación, apropiación, validación y transferencia de tecnología agropecuaria;
- Impulsar el desarrollo de la investigación básica y aplicada y el desarrollo tecnológico;
- Promover y fomentar la investigación socioeconómica del medio rural;
- Propiciar la articulación de los sistemas de investigación para el desarrollo rural a escala nacional y al interior de cada entidad y la vinculación de éstos con el Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral (SINACATRI);
- Propiciar la vinculación entre los centros de investigación y docencia agropecuarias y las instituciones de investigación;
- Establecer los mecanismos que propicien que los sectores social y privado y demás sujetos vinculados a la producción rural se beneficien y orienten las políticas relativas en la materia;

- Proveer los medios para sustentar las decisiones administrativas y contenciosas que requieran dictamen y arbitraje;
- Fomentar la integración, administración y actualización pertinente de la información relativa a las actividades de investigación agropecuaria y de desarrollo rural sustentable;
- Fortalecer las capacidades regionales y estatales, propiciando su acceso a los programas de investigación y transferencia de tecnología;
- Promover la productividad y rentabilidad de la investigación científica, así como el incremento de la aportación de recursos provenientes de los sectores agrícola e industrial, a fin de realizar investigaciones de interés para el avance tecnológico del medio rural;
- Promover la investigación colectiva y asociada, así como la colaboración de investigadores de diferentes instituciones, disciplinas y países;
- Promover la investigación y el desarrollo tecnológico entre las universidades y centros de investigación públicos y privados que demuestren capacidad para llevar investigaciones en materia agropecuaria y de desarrollo rural sustentable;
- Aprovechar la experiencia científica disponible para trabajar en proyectos de alta prioridad específica, incluyendo las materias de biotecnología, ingeniería genética, bioseguridad e inocuidad;
- Facilitar la reconversión productiva del sector hacia cultivos, variedades forestales y especies animales que eleven los ingresos de las familias

rurales, proporcionen ventajas competitivas y favorezcan la producción de alto valor agregado;

- Desarrollar formas de aprovechamiento y mejoramiento de los recursos naturales, que incrementen los servicios ambientales y la productividad de manera sustentable;
- Propiciar información y criterios confiables sobre el estado de los recursos naturales y los procesos que lo determinan, así como las bases para la construcción de los indicadores correspondientes; y
- Vincular de manera prioritaria la investigación científica y desarrollo tecnológico con los programas de reconversión productiva de las unidades económicas y las regiones para aumentar sus ventajas competitivas y mejorar los ingresos de las familias rurales.

En cuanto la incidencia territorial del SNITT, se señala que promoverá en todas las entidades federativas la investigación y desarrollo tecnológico, los que podrán operar con esquemas de organización análogos. Para lo anterior, el Programa Especial Concurrente debe incluir en el presupuesto de egresos, las provisiones necesarias para el cumplimiento de los propósitos del sistema, incluido un fondo para el apoyo a la investigación.

A la Comisión Intersecretarial le corresponde coordinar el establecimiento y mantenimiento de los mecanismos para la evaluación y registro de las tecnologías aplicables a las diversas condiciones agroambientales y socioeconómicas de los

productores, atendiendo a los méritos productivos, las implicaciones y restricciones de las tecnologías, la sustentabilidad y la bioseguridad.

De las disposiciones contenidas en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable se desprende que las actividades referentes a la investigación y transferencia de tecnología corresponden a la Comisión Intersecretarial y el Consejo Mexicano que, igual que los sistemas producto, han sido diseñados como mecanismos de concurrencia entre diversos agentes, pero sin contar con estructuras propias para el desarrollo de las actividades que les permitan cubrir su objeto, lo cual se traduce en la necesidad de establecer alianzas con otros agentes, en particular con el SNITT como órgano de consulta.

3.4 Financiamiento de las actividades de I+D+i en México

La razón por la cual es necesario crear una capacidad interna de I+D+i es que a medida que aumenta el nivel de desarrollo los problemas por resolver son más complejos. La capacidad de resolver esos problemas depende de la capacidad de combinar conocimiento tácito y conocimiento explícito.

El desarrollo de estos conocimientos no es una actividad aleatoria ni mucho menos un subproducto del “aprender haciendo” sino que crecientemente es una actividad planeada y financiada por las empresas para mejorar su capacidad competitiva (OCDE, 1996; Pavel y Pavit, 1995)

La complementariedad de los recursos, contribuye positivamente a engrosar las inversiones en I+D+i y por lo tanto podría incrementar los productos derivados de esta, pero más que esto, que sin duda es importante, la idea de involucrar en

el proceso de generación del conocimiento a las distintas fuentes, permite también retomar las propias necesidades de la industria, usuarios finales de lo que se genera.

En el cuadro 3.1, se presenta el balance entre distintas fuentes de financiamiento por país. Las naciones con mayores inversiones en I+D+i también son en las que la industria participa con mayor proporción; de este grupo de países, México, es en el que menor peso tiene la industria en el financiamiento, prevaleciendo el espíritu paternalista del gobierno como proveedor principal.

Cuadro 3.1 Fuentes de financiamiento por país destinado a gasto en I+D+i

País	Fuente de financiamiento		
	Gobierno	Industria	Otros *
Alemania	27.8	68.1	4.1
Canadá (2007)	32.8	47.8	19.4
E.U.A (2007)	27.7	66.4	5.9
España	42.5	47.1	10.4
Francia	38.4	52.4	9.2
Corea	23.1	75.4	1.5
Japón	16.2	77.1	6.7
México	46.2	43.6	10.2
Reino Unido	31.9	45.2	22.9
Suecia (2005)	23.2	65.7	11.1

Fuente: Elaboración propia con datos de CONACYT, 2010

* Notas: 1 El concepto "Otros" corresponde a contribuciones de los Sectores Educación Superior, Instituciones Privadas no Lucrativas y del Exterior.

Algo que es claro, es que el crecimiento económico depende, en forma creciente, de la capacidad de los agentes de introducir innovaciones en los procesos sociales y productivos, ya sea a través de desarrollos propios o ajenos. La capacidad de innovación se construye a través de políticas de largo plazo para el desarrollo de instituciones, de incentivos a la investigación en

empresas privadas, de inversión en recursos humanos y en infraestructura de investigación y la creación de instrumentos que promuevan los procesos de colaboración interinstitucional (Ekboir, 2000).

Las políticas de ciencia y tecnología en el mundo real son el resultado de interacciones complejas entre políticas explícitas e implícitas y no una simple traducción de los objetivos científicos y tecnológicos a los criterios de formulación de la política gubernamental. Si por un lado se hallan los objetivos o criterios conducentes a la formulación de políticas tecnológicas explícitas, por el otro hay otros objetivos y criterios para otras políticas (industriales, financieras, laborales y de comercio exterior entre otras) que también tienen efecto en el desempeño de la política científica y tecnológica. De tal modo que es necesario analizar los efectos de esas políticas con la idea de redefinir y pensar en el diseño de esas nuevas políticas.

Uno de los indicadores que comúnmente se incluye en los análisis de ciencia y tecnología, es la inversión en acciones de investigación y desarrollo (I+D), medida con respecto al PIB. En la figura 3 se muestra una clara tendencia al alza en las inversiones en I+D para México, pero aún es demasiado bajo comparado con otros países como Japón y Corea cuya inversión está entre 3 y 3.5%, Estados Unidos con poco más del 2.5%, mientras que nuestro país no ha logrado invertir más allá del 0.5% (Figura 3.1).

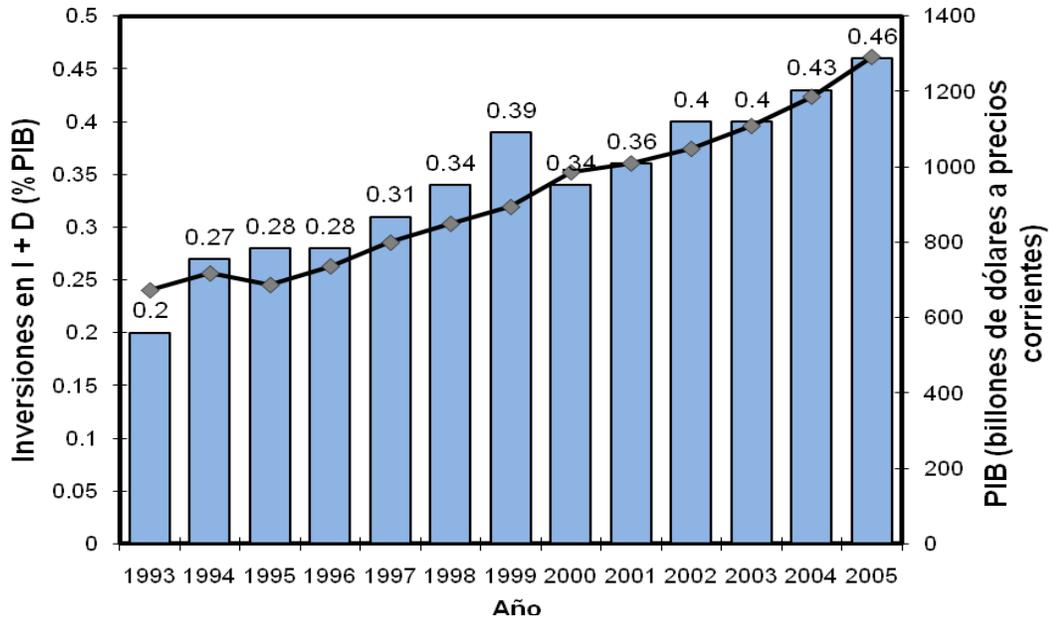


Figura 3.1. Inversiones en I+D y evolución del PIB en México

Fuente: Elaboración propia con datos de la OECD, 2009.

La relación que comúnmente se establece es que a mayor inversión en I+D mayor crecimiento del PIB. En la figura 3.2 se muestra un análisis de un grupo de países seleccionados, los resultados de la regresión sugieren una tendencia positiva entre ambas variables y significativa, sin embargo, hay variaciones entre países, de tal manera que naciones como Estados Unidos con menor inversión en I+D obtiene mejores niveles del PIB; esto se explica debido a que no sólo importa la cantidad de recursos sino también la calidad y el sector al que se destina esta inversión, ya que un mismo capital puede tener mayores rendimientos si en el sector al que se destina es más productivo. Adicionalmente y de manera significativa también influye la calidad del capital humano y de manera muy estrecha la productividad total de los factores (PTF).

En México, las inversiones en I+D son apenas del 0.5% y por consiguiente los rendimientos y contribución al PIB son bajos. Esta relación es clara, México necesita de mayores inversiones en I+D pero a la vez debe focalizar estos esfuerzos en investigación altamente rentable, lo cual está estrechamente relacionado con el peso que cada uno de los sectores tiene con referencia al PIB; por ejemplo el sector primario aporta 3.8%, mientras que el sector industrial contribuye con 35.2% y el de servicios con 61%.

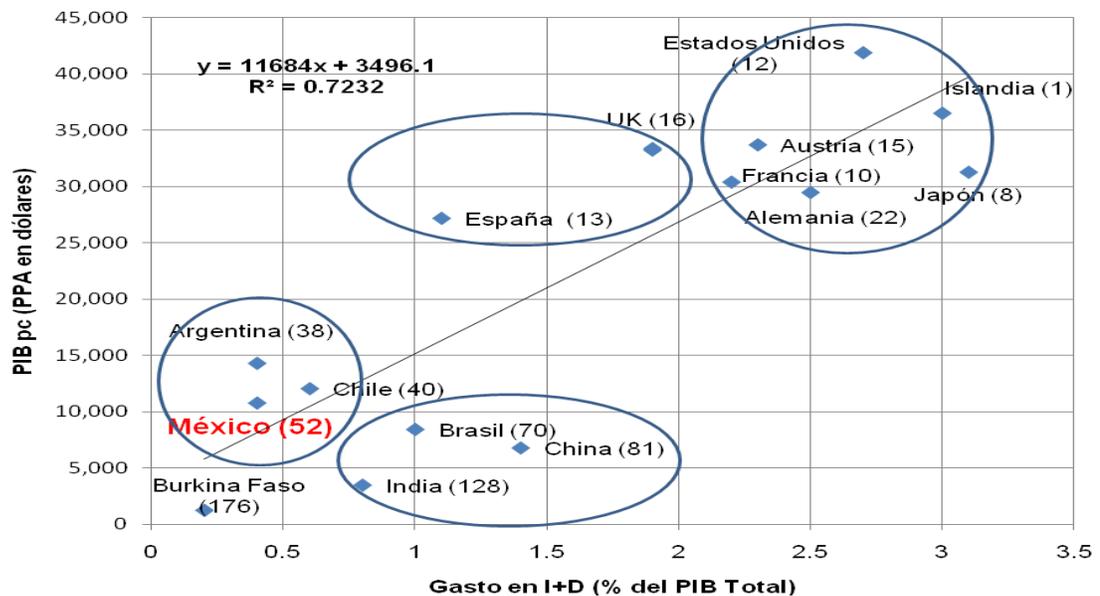


Figura 3.2. Relación entre inversiones en I+D e incremento del PIB per cápita en países seleccionados e IDH, 2009

Fuente: Elaboración propia con datos del PNUD, 2009

3.5 Actividad Científica

Algunas variables que dan cuenta del nivel de México en el ámbito tecnológico a escala internacional son la tasa de dependencia tecnológica, indicador en el cual se registra un 24.9% mientras que el coeficiente de inversión relacionado

con las patentes registradas es de apenas 0.6%, de los más bajos de América Latina.

Otro de los indicadores que da cuenta de la actividad en I+D+i de un país, son las publicaciones que se hacen en revistas científicas reconocidas a nivel mundial. Si bien es cierto que en el periodo comprendido entre 1992-2003 se incrementó la producción científica, pasando de 2015 a 5783 artículos publicados en el ISI, lo que representó pasar del 0.33% al 0.72% con respecto a la producción mundial de artículos (Figura 3.3), también lo es, el hecho de que la producción es muy baja si se compara con economías similares como Brasil y aún más bajo, si lo comparamos con los socios comerciales como Canadá y Estados Unidos en donde la brecha es demasiado grande.

Con respecto a las áreas temáticas, la contribución nacional está dada principalmente en áreas como la Física, química y plantas y animales con 17.5, 12.5 y 12.4%, las ciencias agronómicas representan apenas el 5.1%. Sin embargo, al contabilizar el aporte de las ciencias agronómicas de México, a la producción científica mundial, ésta aporta como tal el 1.6%, lo que da una idea de la importancia de este sector en el país y de la contribución al conocimiento mundial por parte del país.

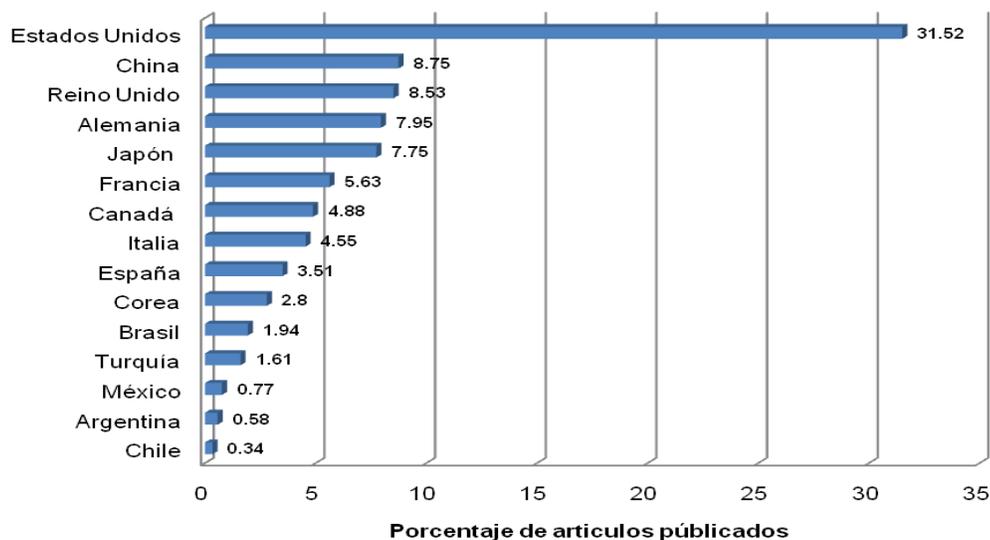


Figura 3.3 Participación porcentual en la publicación de artículos por país, 2008

Fuente: Elaboración propia con datos de CONACYT, 2010.

Adicionalmente, otro indicador que considera no sólo la cantidad sino también la calidad de la investigación y de las publicaciones es el denominado -factor de impacto- el cual se define como el cociente del número de citas entre el número de artículos en un tiempo determinado. Aunque en este indicador no hay brechas tan grandes entre países, México se encuentra en las últimas posiciones para ser exactos en la antepenúltima, sólo por arriba de Turquía y Brasil, incluso Argentina y Chile con menor cantidad de publicaciones, sus investigaciones son más referidas (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Producción de artículos científicos en países seleccionados, 2008

País	Publicados	Citas recibidas	Factor de impacto*
E.U.A	286,433	9,528,709	6.86
Reino Unido	77,493	2,304,424	6.28
Alemania	72,294	2,102,702	6.01
Canadá	44,359	1,148,386	5.69
Francia	51,175	1,361,503	5.47
Italia	41,370	1,015,053	5.34
España	31,914	681,881	4.83
Japón	70,435	1,662,469	4.6
Chile	3,081	60,113	4.34
Argentina	5,284	87,507	3.55
Corea	25,429	378,203	3.44
México	6,991	101,598	3.16
Brasil	17,627	238,154	3.12
Turquía	14,650	140,855	2.22

Fuente: CONACYT, 2010.

* *Éste se define como el cociente del número de citas entre el número de artículos en un tiempo determinado.*

Los datos antes citados, sugieren que el estado de la Ciencia y la Tecnología en México es hoy en día un tema en el que es necesario focalizar mayores esfuerzos, tanto en inversiones como en la formación de capital humano.

3.6 Rol de las Universidades en el Sistema Nacional de Innovación

Vivimos en una sociedad del conocimiento. Una sociedad que en los últimos tiempos ha dado un salto de escala en el uso de conocimiento altamente especializado, utilizado para diseñar, producir y comercializar la gran mayoría de bienes y servicios. Y esto porque la ciencia y la tecnología se han ido fundiendo en este siglo con el tejido productivo, de tal manera que han llegado a convertirse en lo que se ha definido con la gráfica expresión de “sistema de

soporte vital” de cuyo funcionamiento continuado, sin falla grave, depende nada menos que la supervivencia del sistema económico (Sánchez, 2005).

En realidad no es la economía como tal la que está exigiendo el aporte ininterrumpido de conocimientos, es la sociedad en su conjunto que ha llegado a tales niveles que ya no puede desenvolverse sin un bagaje importante de información. Esta es la principal razón por la cual desde finales del siglo pasado se le ha llamado “sociedad de la información”. Lo es ante todo por la necesidad y la capacidad que los distintos agentes e instituciones tienen hoy, de capturar y de analizar grandes volúmenes de información para la toma de decisiones.

Una capacidad que está condicionada por la disponibilidad tecnológica, pero también por la disponibilidad de profesionales que estén rigurosamente formados en la utilización creativa y dinámica de herramientas y de modelos conceptuales para la resolución de aquellos abanicos de problemas, en permanente expansión, que plantea la emergente sociedad global. Una disponibilidad que sólo puede ofrecer en cantidad y calidad la Universidad.

Ante estos cambios en el entorno y en las necesidades de la sociedad es necesario abrir un verdadero debate sobre el papel que debe ejercer la Universidad tanto en el sistema nacional de innovación como en los mecanismos competitivos de transformación de conocimiento en bienestar a través del incremento del Producto Interior Bruto (PIB) y posteriormente en mejores niveles del Índice de Desarrollo Humano (IDH).

Un debate en donde se permita definir con precisión las áreas de mejora y debilidades de la Universidad en el sistema, por ejemplo la vinculación y retroalimentación entre investigación universitaria y áreas de aplicación práctica, el esquema de incentivos para fomentar los procesos de investigación, la movilidad del personal entre la Universidad y el exterior, lo cual en algunos casos es prácticamente inexistente.

Sin embargo, también es necesario preguntarnos qué tipo de investigación necesita el país y cual se está ofertando desde las Universidades, pues en la medida que las economías se han hecho más intensivas en conocimiento se ha visto la necesidad de influir de manera más directa en la Universidad, tratando de orientarlas hacia áreas de carácter más aplicado, de tal manera que hoy en día se ha venido gestando un modelo denominado de *investigación estratégica*, la cual se orienta más a la satisfacción de los grandes objetivos prácticos generalmente de naturaleza económica o ligados al cuidado de la salud, medio ambiente, la seguridad, entre otros.

Esto supone un cambio también en la organización y planteamiento de las estrategias de las Universidades y los centros de investigación; de esta manera, la arquitectura institucional y organizacional debe ser más flexible, de modo que se favorezca la capacidad de crear vínculos con el entorno, pues la Universidad se está integrando progresivamente a una red distributiva y flexible de creación de conocimiento y solución de problemas y debe verse al entorno no sólo como fuente de financiamiento sino también como fuente de problemas sobre los que el sistema de investigación debe ofrecer soluciones.

En términos generales, las Universidades tienen **tres objetivos** de gran relevancia: *primero, la formación de capital humano, segundo la generación de conocimiento* y la *tercera la contribución al progreso económico y social a través de la colaboración con el sector productivo y social.*

Países como Reino Unido y Finlandia se han implicado de manera intensiva en cada uno de los roles de la Universidad y pasando de ser “torres de marfil” a colaborar en el sector productivo; sin embargo, en México se reconoce ampliamente a las dos primeras pero no se ha asumido completamente el rol de la tercera o se aborda muy tímidamente, obteniendo resultados e impactos marginales en este ámbito.

3.7 El papel de la Universidad en México

Las universidades son actores clave en el tejido social por su desempeño en actividades de docencia, investigación y vinculación con el entorno socio-económico. Estas tres misiones han estado presentes desde el origen mismo de las universidades, aunque la presencia relativa de dichas misiones haya variado a lo largo del tiempo y según el tipo de universidades (Martin, 2003). En las últimas décadas, sin embargo, se ha hecho patente una creciente demanda por parte de muchos gobiernos, tanto en países industrializados como en desarrollo, para que las universidades tengan un papel más activo en su contribución al crecimiento y desarrollo económico (Clark, 1998; Leydesdorff y Etzkowitz, 1996). Dicha demanda se ha traducido en la implementación de múltiples iniciativas de estímulo al fortalecimiento de los lazos con el resto de la

sociedad por parte de las universidades. En la mayor parte de los países de la OCDE, por ejemplo, los gobiernos han puesto en marcha políticas de estímulo a la colaboración entre universidad y empresa, así como iniciativas para financiar infraestructuras universitarias con el objeto expreso de contribuir a la transferencia de los resultados de la actividad investigadora y docente al conjunto de la sociedad (OCDE, 1999; OECD, 2002).

El fomento y desarrollo de lazos con el conjunto de la sociedad es lo que se conoce como Tercera Misión – ‘tercera’ en referencia a las otras dos misiones: docencia e investigación.

La progresiva atención que está recibiendo la llamada Tercera Misión se debe en gran medida al cambio de las relaciones entre ciencia y sociedad, y al creciente papel económico y social de la producción de conocimiento. El concepto de Tercera Misión es, sin embargo, un concepto amplio sobre cuya definición no hay pleno consenso. Se pueden distinguir tres planteamientos: (i) la “tercera misión” como corriente adicional de ingresos; (ii) la “tercera misión” como actividades de comercialización de tecnología; (iii) la “tercera misión” como extensión universitaria y compromiso con la comunidad (Molas-Gallart y Castro-Martínez, 2007)

Aunque parecen conceptos similares, cada uno de ellos se traduce en objetivos y estrategias políticas muy diferentes y no son aplicables de forma equivalente en todo tipo de universidades ni en todos los contextos (Göranson et al., 2009).

A través del descubrimiento y la innovación se contribuye directamente a mejorar los niveles de vida y bienestar de la sociedad en áreas como la agricultura, el medioambiente, la salud y la vivienda. La generación y aplicación del conocimiento puede aumentar los niveles de vida de la sociedad, por lo que las IEIS contribuyen tanto directa como indirectamente en la educación y el desarrollo del país. La formación de recursos humanos contribuye al incremento de la productividad y el crecimiento económico que a su vez estimulan la creación de nuevos y mejores empleos. De ahí la relación que comúnmente se establece entre desarrollo científico y tecnológico y desarrollo social (Grediaga, 2008).

De esta manera el análisis comparativo de los niveles de contribución y la competitividad de los países en el desarrollo de la ciencia y la tecnología están correlacionados con los diferentes niveles de desarrollo económico y social que en ellos se observan. Así los países más innovadores y competitivos a nivel internacional son los que cuentan con un entramado institucional articulado y eficiente, un marco regulatorio que alienta la innovación un sistema financiero que facilita y alienta el desarrollo de proyectos tecnológicos y un entorno cultural que valora la ciencia y la tecnología como elementos clave de la competitividad y el desarrollo de la calidad de vida de la población (Romo, 2006).

Para la generación de conocimiento, se requiere de inversiones en infraestructura, contratación de personal, compra de material bibliográfico,

espacios adecuados de discusión de avances y difusión de hallazgos. Así, entender la operación del sistema de innovación no sólo depende de la cantidad de recursos que se destinan a la generación y aplicación de conocimientos, sino de quién lo aporta, quién lo usa, para qué se usa y cómo se organiza y qué resultados se obtienen. En este sentido el análisis de los indicadores tiene que ir en el sentido de analizar los impactos que tienen que ver no sólo con el monto sino también con el uso que se hace de éstos y los resultados producidos, entre otro tipo de relaciones que se pueden establecer.

IV Rol y contribución de la Universidad Autónoma Chapingo al Sistema Nacional de Innovación Agroalimentaria²

Hay quienes creen que la investigación científica es un lujo o entretenimiento interesante pero dispensable. Grave error, es una necesidad urgente, inmediata e ineludible para adelantar. La disyuntiva es clara, o bien se cultiva la ciencia, la técnica y la investigación y el país es próspero, poderoso y adelantado, o bien, no se la practica debidamente y el país se estanca y retrocede y vive en la pobreza y la mediocridad

Bernard A. Houssay. Premio Nobel 1947

Espejel García Anastasio³, Muñoz Rodríguez Manrubbio⁴, Cervantes Escoto Fernando⁵, Altamirano Cárdenas J. Reyes⁴

Resumen

El conocimiento y la innovación se han constituido en la base del desarrollo económico y social de los países. Ello ha dado como resultado una mayor exigencia a los actores que generan, difunden y transfieren conocimiento y tecnología, entre ellos la Universidad. A este actor, se le reconoce su importante rol en la formación de capital humano y en la investigación, pero cada vez se le cuestiona más su escasa contribución al desarrollo económico y social, lo que se ha dado en llamar la tercera misión. La evidencia científica y empírica indican que los procesos de interacción entre diversos actores del llamado Sistema Nacional de Innovación Agroalimentaria (SNIA) constituyen una condición necesaria para que el conocimiento contribuya al desarrollo. Por tal motivo, la presente investigación tuvo como objetivo Analizar el rol y la contribución de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) al SNIA. Para México, la UACH es uno de los actores más relevantes del SNIA, ya que recibe poco más del 30% del presupuesto destinado a educación agropecuaria y contribuye con mayor capital humano a nivel licenciatura y posgrado. Para el cumplimiento de la misión relacionada con la investigación, la Universidad tiene 34 Programas Universitarios de Investigación que reciben financiamiento interno equivalente al 4% del total del recurso destinado a Investigación y Tránsito de Tecnología, mientras que el 96% restante proviene de fuentes externas. No obstante la importancia de la interacción entre los actores del Sistema, 88% de las interacciones que ocurren en las redes de conocimiento e

² Corresponde a una parte de la tesis final para obtener en grado de Doctor en Problemas Económico-Agroindustriales

³ Candidato a Doctor en Problemas Económicos Agroindustriales por el Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Universidad Autónoma Chapingo. CP. 56230. México. e-mail: anastacio.espejel@gmail.com

⁴ Director de tesis y profesor investigador del Programa de Doctorado en Problemas Económicos Agroindustriales del CIESTAAM-Universidad Autónoma Chapingo

⁵ Integrante del Comité Asesor y profesor investigador del Programa de Doctorado en Problemas Económicos Agroindustriales del CIESTAAM-Universidad Autónoma Chapingo

innovación de la UACH se dan entre investigadores de la misma universidad, lo cual parecería sugerir un aislamiento con el resto de los actores, en particular con el sector productivo. Sin embargo, los resultados generados aportan suficiente evidencia para suponer que mientras los recursos internos destinados a la investigación contribuyen a aumentar la *densidad de la nube de conocimiento*, los proyectos con recursos externos contribuyen a *generar lluvia tecnológica*, es decir, a cumplir con la tercera misión. A pesar de ello, la Universidad ha planteado cambios que refuerzan la inercia prevaleciente, más que reconocer la complementariedad entre fuentes de financiamiento

ABSTRACT

Knowledge and innovation are basic for the economic and social development of the countries. As a result, there is a higher demand to the actors that generate, divulge and transfer knowledge and technology, among them, Universities. It is recognized their important role in human capital formation, and in research, but their scant contribution to the economic and social development, that has been called their third mission, put them under scrutiny. The scientific and empirical evidence indicates that the interaction processes between the diverse actors of the so called National Innovation Agrifood System (NIAS) constitutes a necessary condition in order to the knowledge contributes to the development. Therefore, this research had as aim, to analyze the role and contribution of the Chapingo Autonomous University (UACH) to the SNIA. The UACH is one of the most relevant actors of the NIAS, since it receives over 30 % of the agricultural education budget of Mexico, and it contributes schooling a significant number of undergraduate and graduate students. For the fulfillment of its research mission, the University has 34 Programs with an internal financing equivalent to 4 % of the total resources designed for Research and Technology Transfer, whereas 96 % remaining comes from external sources. Nevertheless, the importance of the interaction between the actors of the System, 88 % of them in the UACH knowledge and innovation networks occurred among researchers of the same university, which would seem to suggest isolation from the rest of the actors, especially from the productive sector. However, the generated results contribute sufficient evidence to suppose that, while the internal resources destined for research help to increase the knowledge cloud density, the projects with external resources help to generate technological rain, that is to say, to accomplish the third mission. In spite of that, the University has made changes that reinforce the prevailing inertia, more that to recognize the complementarily between different financing sources.

4.1 Introducción

Las instituciones públicas de investigación fueron creadas para proporcionar apoyo técnico a las políticas de desarrollo agropecuario. Por esta razón, las autoridades de estas instituciones mantenían contactos fluidos con las dependencias gubernamentales de las que dependían, pero sus interacciones con agricultores y empresas ligadas al sector eran débiles.

De manera similar que en los países latinoamericanos, las instituciones públicas de investigación en México fueron creadas con la misión de generar tecnologías para el sector público mientras que las instituciones de educación realizaban “ciencia pura” (Casas et al.,2000; Katz, 2001), con lo que en teoría debieran complementarse, sin embargo, hasta la fecha la articulación de ambas es aún débil.

Además, la organización para la generación y transferencia de conocimientos se organizó según la concepción lineal de la ciencia. El resultado hasta la fecha es un sistema fragmentado en el que las instituciones de investigación acumulan una considerable capacidad de trabajo pero interactúan débilmente con otras instituciones de investigación y el sector productivo.

A partir de la década de los 90’s, México comenzó a transformar su sistema de investigación, que era dominado casi con exclusividad por el sector público. Así en 1998 se promovió un amplio debate sobre cuál debería ser el marco regulatorio de

la investigación en México. A partir de dicho debate, la SEP, el Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República, la Academia Mexicana de Ciencias y el CONACYT elaboraron la propuesta de ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica, cuyo objetivo era crear un nuevo marco regulatorio para estas actividades y para los apoyos otorgados por el gobierno federal. La ley, aprobada a comienzos de 1999, establece que el Estado debe fomentar la descentralización –territorial e institucional– de las actividades de investigación, así como fomentar la vinculación de las instituciones públicas de investigación con empresas. También establece que los apoyos públicos deben distribuirse mediante concursos y que las instituciones que reciban recursos públicos deben someterse a evaluaciones externas periódicas.

A fin de corregir la falta de interacción entre agentes, en la década de los 90's se crearon una serie de programas y centros de vinculación tecnológica y de transferencia de tecnología. Estos programas regulaban las interacciones entre instituciones, pero como los cambios dentro de las instituciones (en especial los incentivos a los investigadores) han sido mucho menores, el impacto ha sido reducido. Por ejemplo, las instituciones de investigación tienen una fuerte tradición de mecanismos de decisión centralizados y de poca colaboración entre ellas (Triomphe et al., 2001).

A pesar de que las decisiones sobre las actividades a emprender emanan en general de las autoridades de las instituciones, éstas tienen poca capacidad para imponerlas a los investigadores individuales pues no existen mecanismos de control eficientes (por ejemplo, los investigadores tienen la estabilidad de los

empleados públicos y no existen mecanismos de control de calidad de las investigaciones).

Las nuevas políticas científicas y tecnológicas han dado preferencia a las demandas tecnológicas para la definición de prioridades de investigación y han propiciado una creciente participación del sector privado, otorgando apoyos específicos para promover la vinculación con centros de investigación y desarrollo (Casas et al., 2000; Tapia, 1997).

Por su parte la Universidad Autónoma Chapingo, como principal institución del sector agropecuario, ha venido arrastrando la inercia del modelo lineal de la ciencia, especializándose en la acumulación de conocimiento y en el cumplimiento de normas internas de productividad y con poca trascendencia de sus investigaciones en el sector rural del país.

Sin embargo, los cambios en el entorno y la baja presencia de las investigaciones en el sector rural, han obligado a redefinir la estructura actual de la plataforma de investigación con que cuenta la Universidad.

4.2 Objetivos

General

Analizar el rol y la contribución de la Universidad Autónoma Chapingo, al Sistema Nacional de Innovación Agroalimentaria (SNIA)

Específicos

1. Analizar el nivel de interacción que se da en las estructuras de soporte de la investigación (PUI) de la UACH

2. Analizar el desempeño de los investigadores al interior y al exterior de la UACH, en términos de productividad, así como la estructura de los incentivos actuales
3. Analizar los resultados de la investigación generada en la UACH
4. Analizar los lineamientos e instrumentos actuales en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación Agroalimentaria y a partir de ellos plantear recomendaciones que permitan mejorar el desempeño y los impactos de la UACH

4.3 Hipótesis

General

La contribución de la investigación generada en la UACH al Sistema Nacional de Innovación es limitada, puesto que está focalizada al cumplimiento de la formalidad al interior de la Universidad más que a ejercer con eficacia la tercera misión consistente en contribuir al progreso económico y social a través de la colaboración con el sector productivo y social.

Específicas

1. La articulación y patrones de interacción de los investigadores de los PUIS con el exterior de la Universidad son bajos con lo que reduce su impacto
2. La investigación que se genera en la UACH vía PUIS, se enfoca mayormente a generar y acumular stock de conocimiento
3. La estructura actual de la investigación en la UACH, limita la adecuada mezcla de recursos, internos y externos, así como el adecuado enlace entre Investigación básica aplicada, con el desarrollo tecnológico, transferencia de tecnología y la innovación

4.4 Metodología

4.4.1 Objeto de estudio

El presente estudio, si bien retoma elementos del sistema nacional de innovación agroalimentaria, hace énfasis en la Universidad como uno de los agentes del sistema, cuyo rol es formar capital humano, generar conocimiento y difundirlo; para este caso particular, la investigación se centra en el rol y la contribución de la Universidad Autónoma Chapingo al SNIA, haciendo énfasis en las estructuras y procesos de generación y transferencia de conocimiento para sector rural del país.

4.4.2 Fuentes de información

Las fuentes de información utilizadas para este estudio, fueron: 1) base de datos proporcionada por la Dirección General de Investigación y Posgrado (DGIP) de 3,899 proyectos apoyados vía PUI's con fondos institucionales de los años 2003-2007; 2) base de datos proporcionada en la oficina de convenios externos de rectoría de la UACH de 1151 proyectos, de los años 2003-2007; 3) base de datos de productividad proporcionada por la DGIP de los investigadores que participan en los PUIS de los años 2005-2008; 4) base de datos proporcionada por la DGIP de los investigadores que pertenecen a los PUIS y que están en el Sistema Nacional de Investigadores del año 2010.

Adicionalmente se consultaron bases de datos de organismos oficiales, tales como de la OECD para las inversiones en I+D+i y el Producto Interior Bruto; base de datos de ANUIES para el análisis de la matrícula en ciencias agronómicas para México y de CONACYT para la producción científica.

4.4.3 Variables de análisis

4.4.3.1 Fuentes de financiamiento

Esta variable considera las fuentes de financiamiento principales de las dispone la UACH para realizar actividades de I+D+i. Se consideraron dos fuentes principales:

a). *Fondos internos*, a los que se les ha llamado institucionales, porque su origen es directamente del recurso fiscal que la UACH recibe de la federación; este recurso se destina a financiar la investigación que se realiza vía los Programas Universitarios de Investigación (PUI's), administrados por la Dirección General de Investigación y Posgrado (DGIP).

b). *Fondos externos*, los cuales provienen de proyectos que los investigadores de la UACH, realizan con las dependencias federales y estatales del sector rural del país; estos recursos son en su totalidad de captación externa y atienden demandas específicas del sector, los cuales se convienen mediante la oficina de captación de recursos externos de Rectoría.

4.4.3.2. Productividad

Esta variable se retomó de los componentes de la productividad, relacionados con la producción científica y la captación de recursos externos, los cuales se evalúan mediante el formato de productividad que elaboró la DGIP, se consideraron por separado, tal cual aparece en la base de datos de productividad de dicha dirección.

La evaluación de la investigación y de la propia estructura de soporte, denominada PUI's y, por tanto, el financiamiento que reciben, es evaluado a partir de cuatro criterios, a saber: (Para más detalle consultar www.chapingo.mx/dgip):

1) Evaluación de la colaboración del Programa con las tareas de la DGIP y estructura organizacional, la cual recibe máximo un 10% de la calificación final y por consiguiente del presupuesto.

2) Puntuación por los integrantes del programa, Se considerará como integrante a aquel investigador que haya sido responsable de un proyecto de investigación aprobado por la DGIP en el año anterior o que presente al menos un proyecto en el año en curso y que compruebe o haya comprobado productividad del año en evaluación, este recibe un máximo 10% del puntaje y del presupuesto total asignado.

3) Evaluación de la productividad anual. Este concepto recibe la mayor ponderación en la asignación de recursos económicos, pues representa 70 % del la evaluación total con fines de asignación de recursos. Los componentes que se evalúan se describen más adelante.

4) Captación de recursos externos. Se refiere a la habilidad de los miembros de cada programa, centro o instituto de investigación para atraer recursos externos. Esta actividad es muy importante ya que permite mayor disponibilidad de recursos económicos para investigación, promueve la vinculación de los investigadores con los usuarios y los patrocinadores de la investigación y permite mayor independencia financiera de la UACH. Para este rubro se asigna

el 10 % del monto total anual disponible para investigación, y se distribuye de manera proporcional entre los programas que comprueben la consecución de recursos externos para investigación.

Se califica con un punto por cada mil pesos que se obtengan. Además de los comprobantes que demuestren la obtención del recurso económico en el año en evaluación, es condición necesaria su radicación en el Patronato Universitario o en la DGIP y su ejercicio para fines de investigación.

Los componentes del tercer criterio, referidos a la productividad se clasifican de la siguiente manera:

1. Artículos y ensayos científicos publicados en revistas de alto prestigio (incluidas en el índice de CONACYT ó en el ISI)
2. Artículos y ensayos científicos publicados en revistas con arbitraje no incluidas en índices
3. Artículos en extenso publicados en memorias de eventos científicos ó en revistas técnicas ó científicas sin arbitraje
4. Tesis dirigidas o asesoradas, concluidas y publicadas
5. Participación en arbitraje ó revisión de artículos científicos, artículos técnicos y proyectos de investigación
6. Participación como editor de artículos científicos, artículos técnicos y libros
7. Libros publicados
8. Manuales de procedimientos, folletos y trípticos publicados
9. Eventos técnicos ó científicos

10. Participación en comisiones de la dirección general de investigación y posgrado (dgip)
11. Patentes, registros oficiales, obtención de variedades, establecimiento de normas
12. Divulgación científica y tecnológica
13. Impacto social ó comunitario
14. Distinciones
15. Asesorías especializadas y comisiones técnicas

4.4.3.3 Integrantes de PUIS en el Sistema Nacional de Investigadores

Se consideró el número total de investigadores que pertenecen al sistema en cada uno de los PUIS, tomados de la base de datos que la DGIP, proporcionó.

4.4.3.4 Temas de investigación

Se clasificó cada uno de los proyectos apoyados con fondos institucionales registrados por los integrantes de los PUI's a través de la metodología del sistema AGRIS-FAO.

4.4.3.5 Tipo de investigación

Considerando la información de la base de datos de los proyectos PUI's y la de proyectos financiados con recursos externos, con base a los criterios de la OECD, se realizó una clasificación de la orientación que tiene la investigación en la UACH, a partir de los objetivos y metas que se plantean en cada uno de los proyectos. Se definieron las siguientes categorías: investigación básica (IB), investigación

aplicada (IA), transferencia de tecnología (TT), desarrollo tecnológico (DT), capacitación, evaluación y los no clasificables (NC) en este último, se clasificaron los proyectos que no presentaban claridad en los objetivos o que no encajaban en alguna categoría.

Las definiciones genéricas usadas para la clasificación son las siguientes:

Investigación básica, se considero a los proyectos que más se asemejaban a la actividad planificada, experimental o teórica, cuyo objetivo es la obtención de nuevos conocimientos que suponen un avance para la ciencia y la tecnología. Puede tener o no aplicación comercial en el largo plazo.

Investigación aplicada, se consideró a los proyectos cuya actividad, experimental o teórica, estaba orientada a una aplicación o necesidad específica, a la adquisición de nuevos conocimientos que permitan crear nuevos productos, procesos o servicios, o mejorar considerablemente los ya existentes. En este apartado se consideraron proyectos que requieren de otras etapas para llegar a concretar un bien de uso; en este rubro se clasificó a los proyectos cuyo objetivo va encaminado a cubrir una demanda concreta de aplicación inmediata.

Desarrollo tecnológico, se consideraron las actividades cuyo objetivo es la aplicación del conocimiento, la materialización de los resultados de la investigación (en planos, esquemas, diseños, bocetos, proyectos piloto, prototipos no comercializables...) que permitan crear nuevos productos, procesos o servicios, o mejorar de forma considerable los ya existentes; principalmente se clasificó en este rubro a los proyectos que en sus objetivos

planteaban la creación de prototipos y nuevos modelos de organización o de gestión.

Transferencia de tecnología, en esencia, es el **movimiento** de tecnología y/o conocimiento, desde un proveedor (universidad, organismo de investigación, centro tecnológico, empresa), que comercializa la tecnología, hacia un receptor (generalmente empresa), que adquiere la tecnología, a cambio de una contraprestación habitualmente económica.

Suele denominarse con diversos nombres: transferencia tecnológica, transferencia de conocimiento, cooperación tecnológica, compra-venta de tecnología, adquisición - concesión de tecnología, importación-exportación de tecnología, alianza tecnológica, entre otras.

La definición formal de acuerdo a la OCDE es: Intercambio de habilidades, conocimientos, tecnología, métodos de fabricación o servicios entre gobiernos y otras instituciones para garantizar que los avances científicos y tecnológicos se traduzcan en nuevos productos, procesos, aplicaciones, materiales o servicios. En este apartado se incluyó a los proyectos que desde su enunciado especificaban que se trataba de este rubro y los que por su parte incluían procesos de asesoría y consultoría hacia organizaciones de productores.

Evaluación: Consiste en hacer una apreciación tan sistemática y objetiva como sea posible de un proyecto en curso o normalmente acabado, un programa o un conjunto de líneas de acción, su concepción, su realización y resultados. Una evaluación debe proporcionar unas informaciones creíbles y útiles, que

permitan integrar las enseñanzas a los nuevos programas o proyectos. En términos estrictos **la evaluación y la capacitación** podrían considerarse como transferencia de tecnología. Para este análisis se separaron estos rubros debido a la importancia en recursos que representan para la UACH y se consideró a todos los proyectos con financiamiento externo cuya especificación en el objetivo hacía alusión específicamente a evaluación o capacitación.

4.4.3.6 Niveles de articulación entre investigadores

Con la finalidad de cuantificar las relaciones de cooperación que se dan entre los investigadores pertenecientes a los PUI's, principalmente para la ejecución de proyectos de investigación, se realizó un análisis para cuantificarlos a partir de tres niveles, a saber:

- I. ***Articulación entre investigadores del mismo PUI:*** Se consideraron los vínculos que se establecen para colaborar en los proyectos de investigación entre integrantes del mismo PUI
- II. ***Articulación entre investigadores de PUIS diferentes:*** Se consideraron los vínculos que se establecen para la colaboración en los proyectos de investigación con investigadores de otros PUIS
- III. ***Articulación entre investigadores y colaboradores externos a los PUIS:*** Vínculos que se establecen para colaborar en proyectos de investigación con personas e investigadores externos a los PUIS

4.4.3.7 Análisis de la información

Con todas estas variables, se realizaron análisis estadísticos (regresión lineal) para relacionar principalmente el efecto del nivel de articulación sobre la productividad y corroborar las hipótesis planteadas, así como demás análisis relacionales con variables como número de investigadores en el SNI, con la finalidad de explicar la situación actual de la investigación y de su estructura de soporte prevaleciente y por consiguiente su contribución al sistema y al sector rural del país.

4.5 Importancia de la Universidad Autónoma Chapingo en el sector agroalimentario en México

“No basta con enseñar a un hombre una especialidad. Aunque esto pueda convertirle en una especie de máquina útil, no tendrá una personalidad armoniosamente desarrollada. Es esencial que el estudiante adquiera una comprensión de los valores y una profunda afinidad hacia ellos. Debe adquirir un vigoroso sentimiento de lo bello y lo moralmente bueno. De otro modo, con la especialización de sus conocimientos más parecerá un perro bien adiestrado que una persona armoniosamente desarrollada”

Albert Einstein

Para referirnos a la investigación agrícola y al sistema de extensionismo en México, así como al papel que la UACH ha jugado, es necesario remitirnos al llamado “*Plan Chapingo*”, el cual tiene su origen en la idea de reproducir en México, aunque no de manera declarada, el modelo surgido a finales del siglo XIX en algunas Universidades Norteamericanas denominado: **Land Grant College**, en dónde se intenta hacer converger, a la enseñanza, la investigación y la extensión, en una modalidad funcional que busca beneficiar directamente a los productores.

El antecedente documental del *Plan Chapingo*, se ubica en el documento denominado: Memorias de la Escuela Nacional de Agricultura 1961. Publicado

en 1962, en dónde se incluye el documento “Borrador del convenio entre el gobierno de México representado por la Secretaria de Agricultura y Ganadería y el Fondo Especial de las Naciones Unidas” (FAO). En dicho documento se plantea un Programa de reorganización de los Servicios de investigación, enseñanza y divulgación, en éste se establecen como bases necesarias los siguientes puntos que constituirán propiamente la base del Plan Chapingo: a) Reforzar económicamente y con personal cada una de las instituciones participantes, b) Desarrollar en lo inmediato actividades de reorientación y reorganización del trabajo y c) Nombrar un consejo administrativo (instituciones participantes y coordinado por un director ejecutivo nombrado por la entonces Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG) y un Co-Director nombrado por la Agencia Especializada de la FAO.

Una parte importante de los orígenes del plan Chapingo, fue la iniciación de las actividades del Colegio de Postgraduados y a dicha institución hacía alusión la Ley de Educación Agrícola de 1946. La propia Escuela Nacional de Agricultura con su director el Ing. Jesús Muñoz Vázquez había venido promoviendo el establecimiento del Colegio. El Dr. Gabriel Baldovinos, es quien toma responsabilidades como primer director, y sobre esto comenta:

En los diálogos que sostuvimos con los miembros del Colegio de Posgraduados pronto apareció la urgencia de establecer una coordinación de los Programas de Enseñanza Agrícola superior, invitando a los directivos de las escuelas de agricultura para iniciar y acelerar la formación de profesores e investigadores. Asimismo, se insistió en que se establecieran las formas de relacionar a estas instituciones con el propósito de mantenerse en estrecha coordinación en los

diversos aspectos de la enseñanza e investigación... Algunos objetivos de asociarse, eran buscar unificar Programas, revalidar actividades académicas, formar cuadros de maestros, elaborar textos y libros en nuestro idioma que recogieran experiencias propias de nuestro país.

Dentro de las ideas y programas se hablo de la necesidad de establecer la integración de la educación, la investigación y el extensionismo, lo que denominaban *Santisima Trinidad*, así nació el llamado Plan Chapingo (Casas y Martínez, 2009)

El *Plan Chapingo* se concreta en el marco de una serie de eventos impulsados por el gobierno mexicano entre las que destacan: La creación de un número importante de instituciones de enseñanza agrícola superior, incluyendo el Colegio de Posgraduados de Chapingo (1959) y la creación de la Asociación Mexicana de Enseñanza Agrícola Superior; el impulso a la iniciativa de integrar la enseñanza con la investigación, lo que da origen a la creación del Consejo Superior de la Enseñanza y la Investigación Científica Agrícola. La iniciativa de conjuntar la Oficina de Estudios Especiales (1943) y el Instituto de Investigaciones Agrícolas (1947) que ya contaban con un cúmulo importante de resultados de la investigación en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (1964); la propuesta y el acuerdo de integrar y ligar al servicio de extensión agrícola como una actividad obligada para dar salida y aplicabilidad a los resultados de la investigación. (El servicio de extensión agrícola, surge dentro de la SAG, entre 1942-1943)

Una vez que se acordó establecer este centro en Chapingo, se comenzó a buscar financiamiento para las construcciones y la disposición de recursos

humanos. Dichos recursos se obtuvieron del Banco Interamericano y de diversas fundaciones que habían trabajado en México. Ya teniendo esos recursos se planificó la estructura física, bajo una concepción integrada que consideraba las facilidades ya existentes en Chapingo, buscando una armonía funcional del Conjunto. En el diseño se cuidó el establecimiento de puntos de contacto entre las diversas instalaciones de enseñanza e investigación con las de la biblioteca central y el aula magna, que serían para todos y servirían de enlace entre los estudiantes, profesores e investigadores.

En 1967, el presidente de la república Lic. Gustavo Díaz Ordaz, declara iniciados los cursos del año lectivo de la Escuela Nacional de Agricultura y en tal ceremonia inaugura las actividades de las instalaciones del Centro Nacional de Enseñanza, Investigación y Extensión Agrícolas – Plan Chapingo- las instalaciones fueron integradas por laboratorios, equipos y biblioteca, con lo que se concretaron las acciones del plan en su primera etapa.

Así el Plan Chapingo estableció como propósitos básicos los siguientes: 1) La integración de las tres actividades básicas relacionadas con el sector agrícola como pilares básicos del desarrollo agrícola de México. La educación agrícola, la formación de investigadores, la investigación agrícola y la extensión de nuevas tecnologías al campo mexicano. 2) La creación de infraestructura y acondicionamiento de un espacio físico para las instituciones participantes. 3) La reorganización y crecimiento de las actividades de cada instancia. 4) Darle carácter nacional e integrado a la investigación, la enseñanza y la extensión, mediante la expansión de actividades y la instauración de centros regionales de

impulso al Desarrollo Agrícola: V.g el Colegio de Estudios sobre Agricultura Tropical (CESAT) considerado en una segunda etapa del Plan Chapingo.

Como resultado de las acciones y tareas desarrolladas con relación al Plan Chapingo se incrementa la infraestructura física y equipo, tanto en la sede Chapingo, como en otros campos del país; hubo una trascendencia a toda la República, en cuanto la presencia física y proyectos de trabajos regionales y locales y el crecimiento significativo de profesionistas en las instituciones participantes; sin embargo, a pesar de que se le dio un impulso extraordinario en recursos y en respaldo oficial, los alcances de trabajo, prácticamente se reflejaron fundamentalmente en los preparativos, la construcción de instalaciones y contratación de personal, pero el trabajo concreto propiamente se redujo a no más de tres años en los cuales pocos resultados se pudieron observar. Las razones de su inoperancia se pueden resumir en lo siguiente:

- i) La planeación al parecer no fue lo suficientemente clara, pues en un principio se plantea con diversos nombres (Proyecto, Programa, Plan, Centro)
- ii) El modelo de integración de las instancias no fue el más adecuado, aun cuando se nombro, por parte de la Secretaria de Agricultura y Ganadería a un vocal ejecutivo para coordinar la organización y los trabajos, la existencia de una dinámica de organización y trabajo establecida en las diferentes instancias participantes, constituyó una fuerte limitante para su consolidación. Esta situación ha dado lugar a que resulte difícil ubicar un archivo documental o digital del Plan Chapingo, toda vez que la información se encuentra disgregada en

diferentes archivos, en algunos casos ya integrados en otras dependencias, como es el caso del servicio de extensión agrícola hoy desaparecido o el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas que se integró con otra dependencia.

- iii) Se presentaron fuertes diferencias conceptuales sobre la educación y la investigación agrícola de origen entre las instancias participantes (IIA-OEE) y (CP-ENA).
- iv) Hubo cambios significativos en la administración de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, que repercutió en la coordinación del *Plan Chapingo*.
- v) La falta de una visión más realista de las circunstancias políticas en las escuelas de agricultura y en general en las de educación superior nacionales, que se manifestó en la huelga de las escuelas de agricultura de 1967, la huelga universitaria nacional de 1968, en las que participo la Escuela Nacional de Agricultura, afectando de manera significativa el funcionamiento del "*Plan Chapingo*" toda vez que su sede estaba ubicada en la ENA. Esta situación a la postre provocó la separación física de las diferentes instancias participantes, primero el INIA y el servicio de extensión agrícola, que se trasladaron al Distrito Federal y posteriormente el Colegio de Posgraduados que se separo de la ENA-UACH y se traslado a su propio campo, con lo que prácticamente se termino el "*Plan Chapingo*"

Las instituciones públicas de investigación agropecuaria se crearon en la década de los años cincuenta principalmente como apoyo a las políticas gobierno federal y para formar recursos humanos para el sector público. De estas el INIFAP tenía el objetivo de proveer apoyo técnico a las políticas agrícolas en especial a productos de gran importancia social, entre ellos los granos básicos y la ganadería. A la par se empezó a articular e involucrar al sistema a las Instituciones de Enseñanza e Investigación (IEIS) como la Universidad Autónoma Chapingo cuya misión junto a otras Universidades del sector como la UAAAN fue preparar técnicos para las dependencias oficiales y más adelante el Colegio de Posgraduados formaría a los profesores de las Universidades del sector (Ekboir, *et-al*, 2003).

4.5.1 Importancia de la UACH en la asignación presupuestal

La Universidad Autónoma Chapingo es la principal IEIS del SNIA y entre sus principales objetivos esta ***la formación de capital humano (docencia), la generación de conocimiento (investigación), la vinculación con el entorno (transferencia de conocimiento e innovación) y la difusión de la cultura.*** Debido al papel histórico que ha desempeñado como pionera en México y América⁶ hoy en día es la IEIS del sector agropecuario con mayor asignación

⁶ La Ingeniería Agrícola, apareció como programa académico, con la creación de los primeros colegios de agricultura y artes mecánicas, en los Estados Unidos, institucionalizados en 1.862 por medio de una ley Gubernamental. Al profesor Elwood Mead, Ingeniero Norteamericano conocedor y luchador de los derechos de la tierra, se le atribuye la autoría del establecimiento de la Ingeniería Agrícola, como profesión específica. Mientras que La Universidad Autónoma Chapingo tiene sus raíces en la Escuela Nacional de Agricultura (ENA), fundada el 22 de febrero de 1854, en el Distrito Federal. La ENA, una escuela militarizada, se trasladó a Chapingo, cerca de Texcoco, en 1923. En 1969 bajo la dirección de Gilberto Palacios de la Rosa, la escuela se desmilitarizó, y se sentaron las bases para convertirla en una Universidad Autónoma, lo cual se consiguió el 30 de diciembre de 1974. **Fuente:** <http://es.wikipedia.org>

presupuestal, incluso considerando al INIFAP y a otros organismos del sistema (Figura 4.1).

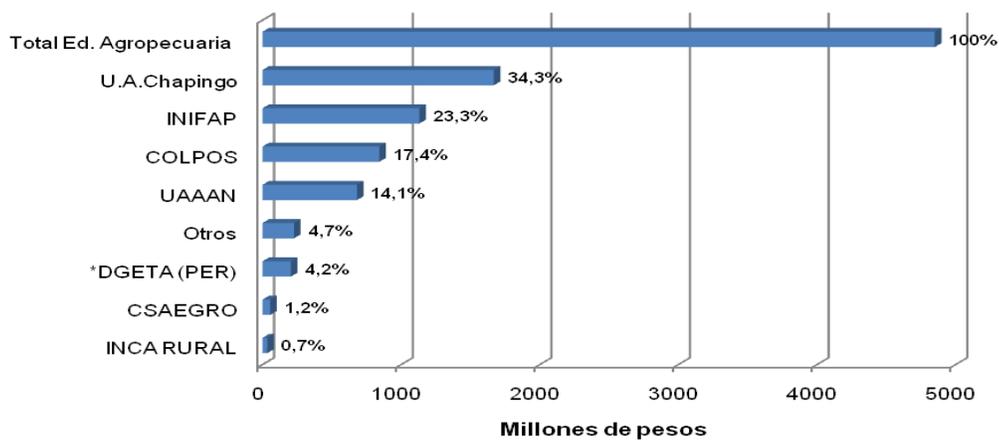


Figura 4.1 Presupuesto destinado a las principales instituciones de enseñanza e investigación y Ciencia y Tecnología, 2010

Fuente: Presupuesto de Egresos de la Federación, 2010

**La red de servicios educativos se encuentra integrada por 201 Centros de Bachillerato Tecnológico Agropecuarios (CBTA) y 6 Centros de Bachillerato Tecnológico Forestales (CBTF), 125 Brigadas de Educación para el Desarrollo Rural (BEDR), 2 Unidades de Capacitación para el Desarrollo Rural (UNCADER), 1 Centro de Investigación para los Recursos Naturales (CIRENA), así como 27 Institutos Tecnológicos Federales (IT), de los cuales 20 tienen orientación agropecuaria, 1 con orientación forestal y 6 con orientación en ciencias del mar.*

En las regiones agroecológicas del país, los servicios educativos que ofrece la DGETA, constituyen la principal oferta educativa del tipo medio superior escolarizada y de modalidad abierta, en el ciclo escolar 2009-2010, atiende una población de alrededor de 153,000 estudiantes. Así mismo, a través de las 125 Brigadas de Educación para el Desarrollo Rural y 2 Unidades de Capacitación para el Desarrollo Rural, se atiende a productores, a través de programas de capacitación, asistencia técnica, y validación y transferencia de tecnología.

Por su parte la DGEST, a través de 27 Institutos Tecnológicos, atiende a 22,695 alumnos en licenciatura y 236 alumnos en posgrado en el ciclo escolar agosto-diciembre 2009, donde se ofrecen programas académicos orientados a la docencia, investigación, asistencia técnica, capacitación y transferencia de tecnología, en beneficio de jóvenes y productores del sector rural.

Lo que estos datos sugieren es que hoy en día la UACH es la institución del sector agropecuario con mayor presupuesto asignado. Sin embargo, su contribución al desarrollo rural del país es débil, esto mismo exige un replanteamiento y reflexión acerca de lo que se está generando en la Universidad en cuanto a investigación, de tal manera que se encuentre una correspondencia entre la asignación presupuestal y el impacto en el entorno.

Este replanteamiento debe considerar no sólo los dos primeros objetivos de las universidades, ya mencionados con anterioridad, pues es necesario revalorar el mencionado tercer objetivo, el cual se relaciona con la contribución de la UACH al progreso económico y social y colaboración con el sector productivo y social.

4.5.2 Formación de capital humano

A lo largo de su historia, la Universidad Autónoma Chapingo ha establecido diferentes estructuras como los Departamentos, las Divisiones, y los Centros y Unidades Regionales, todas ellas unidades de enseñanza, investigación y servicio. Es en ellos donde se realiza la esencia del quehacer universitario, es decir, donde se forman a los profesionistas, se investiga y se desarrolla tecnología, se ofertan servicios profesionales a comunidades, productores, técnicos y funcionarios que han participado en la difusión de los resultados del quehacer institucional a lo largo de 156 años de historia de esta casa de estudios.

El primer objetivo de las Universidades y que durante muchos años se ha considerado como el más trascendental es la formación de capital humano. De acuerdo a la ANUIES de los alumnos matriculados y egresados de las carreras agronómicas en todas la IEIS, Chapingo es la Universidad que después de la UNAM cuenta con el mayor número de alumnos matriculados, pero en cuanto a egresados, la UACH se coloca en primer lugar, lo que confirma la importancia

en cuanto a la formación de capital humano para el sector agropecuario en México (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Número de estudiantes matriculados y egresados en ciencias agronómicas en el año 2000

Institución de Enseñanza e Investigación	Total Matric.	%	Total Egresados	%	Total titulados	Eficiencia terminal (%)
Institutos Tecnológicos Agropecuarios (21)	5194	12.9	754	16.5	348	46
Universidad Autónoma Chapingo	3133	8	699	15	464	66
UNAM	4403	11	533	12	335	63
Universidad Veracruzana	1803	4	220	5	177	80
Universidad Autónoma Metropolitana	1766	4	208	5	192	92
Universidad Autónoma de Chiapas	1445	4	152	3	53	35
Universidad Autónoma de Sinaloa	2418	6	136	3	87	64
Universidad de Guadalajara	2174	5	130	3	88	68
UMSNH	1362	3	127	3	105	83
UAAAN	2857	7	101	2	96	95
Universidad Autónoma del Estado de México	1077	3	154	1	67	44
Subtotal	27632	69	3214	70	2012	63
Total	40335	100	4560	100	3965	87

Fuente: Elaboración propia con datos de ANUIES, 2010

La Universidad Autónoma Chapingo como la principal IEIS de México, contribuye al desarrollo nacional soberano y sustentable, a través del aprovechamiento racional de los recursos naturales que tiene lugar para la producción de bienes y servicios agropecuarios, forestales y agroindustriales. Para ello forma profesionales integrales con juicio crítico, democrático y humanístico; genera y transfiere, oportunamente, al sector rural las

innovaciones científicas y tecnológicas y trabaja por el rescate y la difusión cultural mexicana y universal.

En el contexto de la globalización, la UACH enfatiza la identidad y el desarrollo nacional soberano, sustentable e incluyente, a través del mejoramiento de las condiciones económicas, sociales, culturales y de calidad de vida de la población rural y marginada, Informe de rectoría, 2009.

La UACH cuenta con 14 unidades académicas (departamentos de enseñanza e investigación) en donde se prepara en diferentes ámbitos o especialidades agropecuarias⁷ a los profesionistas del sector; en el año 2008 egresaron cerca de 900 ingenieros y licenciados, mientras que a nivel posgrado egresaron 20 doctores y 126 maestros en ciencias, mismos que representa casi una tercera parte de los posgraduados a nivel nacional en ciencias agropecuarias. Actualmente todos los programas de posgrado de la UACH están acreditados ante el CONACYT y la matrícula se ha venido incrementando considerablemente en los últimos años (Figura 4.2).

⁷ División de Ciencias económico administrativas, Fitotecnia, Parasitología agrícola, Sociología rural, Zonas tropicales, Zonas áridas, Agroecología, Ingeniería Agroindustrial, Irrigación, Ingeniería Mecánica Agrícola, Suelos, División de Ciencias Forestales, Zootecnia, Estadística

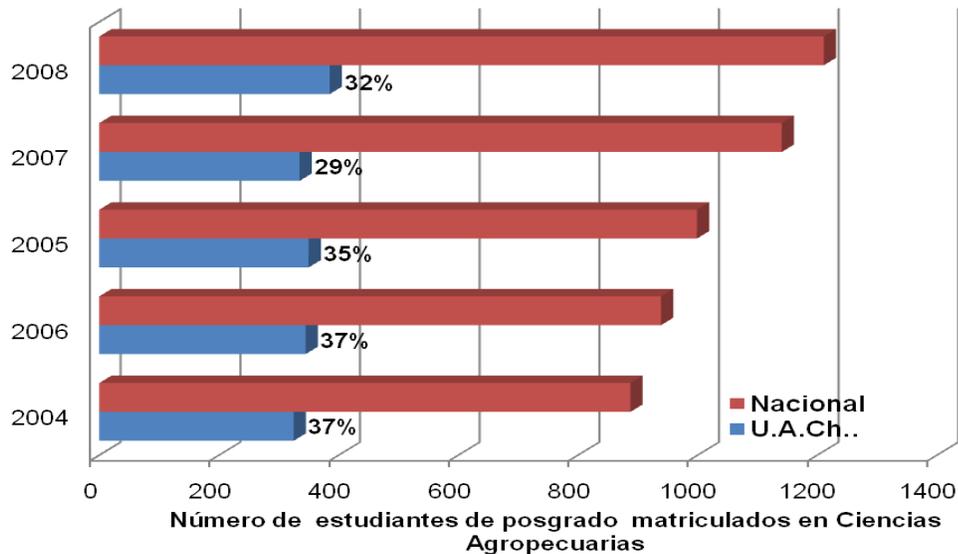


Figura 4.2 Número de estudiantes de Posgrado en Ciencias Agropecuarias

Fuente: Elaboración propia con datos de CONACYT, 2010

4.5.3 Generación de conocimiento y difusión

Desde 1971 año en que la Escuela Nacional de Agricultura se transforma en Universidad, se asumió como una de las funciones sustantivas la generación y la contribución a la solución de problemas con del sector agropecuario.

Cuando en 1978, se separa el Colegio de Posgraduados de la Universidad, la función de investigación se le asigna a los Departamentos de Investigación y Servicio (DEIS), pero estos no le dieron la importancia requerida, puesto que su interés estaba y está enfocado primordialmente a la formación de capital humano, mientras que la función de investigación se subordinaba a la realización de tesis con fines de titulación de los profesionistas.

De cualquier forma, la organización de la investigación en la UACH tiene varias vertientes que no siempre convergen físicamente ni en objetivos.

Primeramente tenemos una estructura en donde se agrupa a los subdirectores de investigación de los 14 diferentes DEIS y que se rigen mediante el reglamento de la Comisión de Subdirectores de investigación (COSI) en el artículo 7 y 8 de dicho reglamento se establecen de manera general y específica los objetivos que a continuación se mencionan:

El *objetivo general* de la COSI es coadyuvar a la buena marcha de la investigación y la difusión de sus resultados, así como velar por la adecuada integración de esta con las otras funciones sustantivas de la UACH.

Los *objetivos particulares* de la COSI son los siguientes:

I.- Diseñar, junto con las instancias universitarias competentes, las políticas, normas y acciones generales de la institución que permitan mejorar la investigación, la difusión de sus resultados y la adecuada integración de esta con las otras funciones sustantivas de la UACH.

II. Contribuir a mejorar los lineamientos para promover, registrar y dar seguimiento a los proyectos de investigación y la difusión de sus resultados, así como a regular la colaboración entre investigadores de la UACH y de estos con investigadores e instituciones fuera de ella.

III.- Colaborar con la DGIP en el diseño, implementación, seguimiento y evaluación de las políticas, normas y acciones a que se refiere el punto anterior, en particular las que regulen a:

- Los planes generales y específicos de investigación a nivel de la UACH.
- Las actividades de difusión de resultados científicos generales de la UACH, entre ellas la presentación de ponencias por profesores-investigadores de la institución en foros de difusión científica, así como la organización y realización de la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Los centros de investigación e institutos de investigación y posgrado, así como al Programa de Formación de Jóvenes Investigadores y Emprendedores.
- Los laboratorios y áreas experimentales institucionales dedicadas a la investigación.
- Los premios, distinciones y estímulos a la investigación y sus resultados.

- La elaboración de informes de la investigación realizada en la UACH solicitados por funcionarios de la institución así como de otras instituciones.

IV.- Proponer políticas y mecanismos de operación, así como coadyuvar con quien fuere necesario para elevar la eficiencia terminal de las licenciaturas que existen en la UACH.

V.- Coadyuvar con la Dirección de Patronato en la protección y regulación de los derechos intelectuales de la institución sobre los productos de investigación de la misma.

En segundo lugar la UACH cuenta con 18 maestrías y doctorados, hoy en día todos pertenecen al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del Conacyt, los cuales juegan un papel fundamental en la generación de investigación y en muchos de los casos las tesis están ancladas a los proyectos que se financian vía PUI's; dichos posgrados se encuentran todos adscritos a la Coordinación General de Estudios de Posgrado.

Y en tercer lugar tenemos a la estructura de soporte más importante para la generación de I+D+i que son los PUI's, los cuales son coordinados por otra instancia la Dirección General de Investigación y Posgrado y los cuales son el tema principal en este trabajo de investigación.

A) Los PUIS como estructura de Soporte de las acciones de I+D+i en la UACH

Ante esta situación en el año de 1995 se decide crear los Programas Universitarios de Investigación y Servicio (PUI's) y con ello garantizar la investigación multidisciplinaria. La infraestructura para investigación con que

cuenta actualmente la UACH es de 34 PUIS, en los cuales participan alrededor de 380 profesores de un total de 1,249 (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2. Programas Universitarios de Investigación y Servicio, vigentes

No.	Nombre del Programa
1	Programa de Investigación en Forrajes
2	Programa de Investigación en Sistemas de Producción de No Rumiantes y Especies Menores,
3	Programa de Investigación en Sistemas de Producción de Rumiantes Productores de Leche,
4	Programa de Investigación en Cítricos,
5	Programa Universitario de Investigación en Granos y Semillas
6	Programa de Investigación en Maíz
7	Programa de Investigación en Regiones Cafetaleras
8	Programa de Investigación en Educación Agrícola
9	Programa de Investigación en Agroforestería y Desarrollo Sustentable
10	Programa de Investigación en Dasonomía
11	Programa de Investigación en Etnobotánica,
12	Programa de Investigación en Recursos Naturales y Ecología
13	Programa Universitario de Investigación y Servicio en Economía y Administración Agropecuaria y Forestal,
14	Programa de Investigación en Ingeniería Agrícola,
15	Programa de Investigación en Olericultura,
16	Programa de Investigación en Recursos Genéticos y Cultivos Alternativos
17	Programa de Investigación en Horticultura Ornamental,
18	Programa de Investigación en Protección Vegetal,
19	Programa de Investigaciones Históricas de la Agricultura, el Agrarismo y la Agronomía,
20	Programa de Investigación y Servicio en Regionalización Agrícola y Desarrollo Sustentable,
21	Programa de Investigación en Agricultura Orgánica,
22	Programa Interdisciplinario de Biotecnología Agrícola,
23	Programa de Investigación en Fruticultura
25	Programa Universitario de Investigación en Alimentos,
26	Programa de Investigación en Sistemas de Producción de Rumiantes Productores de Carne
27	Programa Universitario de Investigación en Nopal
28	Programa Integración Agricultura Industria,
30	Programa de Investigación en Recursos Bióticos de Zonas Áridas
31	Programa de Investigación en Diagnóstico, Conservación y Rehabilitación del Suelo
32	Programa de Investigación en Agricultura Sustentable
33	Programa de Investigación y Servicio en Economía, Administración y Comercio Internacional
34	Programa Universitario de Investigación y Servicio en Problemas Económico Sociales del Sector Agroalimentario
35	Programa Universitario de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades,
36	Programa Universitario de Investigación en Matemáticas, Estadística, Computación e Informática

Fuente: Elaboración propia con datos de la DGIP

La administración y seguimiento de los PUI's está a cargo de la Subdirección General de Investigación (SGI), dependiente de la Dirección General de Investigación y Postgrado, que año con año realiza el acopio y depuración de información acerca de los productos de investigación generados por los 34 Programas da seguimiento a los resultados de su evaluación y les asigna un

valor que se cuantifica para medir la productividad y asignar recursos correspondientes.

Los objetivos de los PUIS, son los siguientes⁸:

- a) Contribuir a la generación del conocimiento en aspectos que afectan la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuaria, forestal y recursos naturales; así como en los aspectos socioeconómicos y culturales del medio rural.
- b) Formular o proponer alternativas tecnológicas que incrementen la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas anteriores.
- c) Vincular los procesos de generación y transmisión del conocimiento.
- d) Difundir los resultados entre la comunidad científica y el sector productivo.
- e) Crear espacios de discusión y colaboración interinstitucional sobre la problemática del sector.

El número promedio de investigadores adscritos a cada PUI, es variable varía desde un rango promedio de siete como es el caso del PUI de regiones cafetaleras, hasta 37 elementos en el de ingeniería agrícola. Dicho aspecto tiene repercusiones directas en la productividad, pues esta se evalúa de acuerdo al desempeño individual, a mayor número de integrantes del Programa mayor productividad en cuanto a actividades científicas se refiere (Figura 4.3)

⁸ UACH-DGIP. Reglamento de Estructura y Funcionamiento de los Programas Universitarios de Investigación y Servicio.

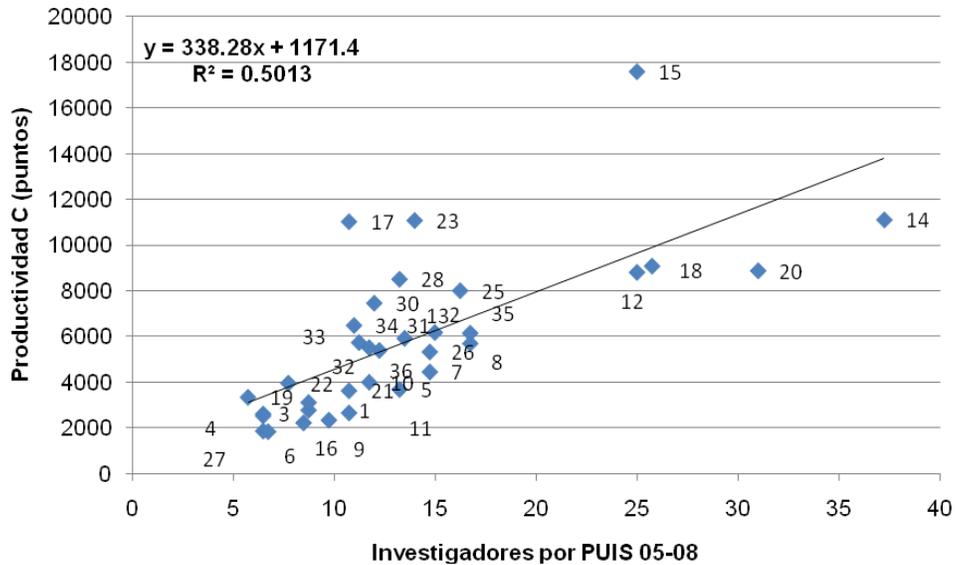


Figura 4.3. Integrantes promedio de PUIS y productividad

Fuente: Elaboración propia con datos de la DGIP

La permanencia de investigadores en los PUI's ha venido variando a lo largo de los años con una tendencia a la baja, pues en el año 2005 los adscritos a un Programa representaban el 42% del total de profesores de la Universidad, mientras que para el 2008 esta cifra disminuyó al 34%.

Otra característica importante en la conformación de los PUI's es el departamento de adscripción de los integrantes, pudiendo diferenciar dos grandes grupos: en el primero, se ubica a los programas que tienen su origen en un departamento específico y que por lo tanto sus integrantes son prácticamente del mismo, mientras que en el otro están los programas que no están anclados a un DEIS específico por lo que sus elementos tienen diversos departamentos de adscripción. En términos generales la distribución de los PUI's en cada uno de estos grupos, se reparte homogéneamente a la mitad.

En el cuadro 4.3, se muestra la relación que se da entre los responsables de proyectos y su relación con el departamento de adscripción del PUI, como se

aprecia, una alta proporción de los PUI's se mantiene anclado al departamento que al que están adscritos los investigadores. Dado en fuerte carácter disciplinario de la estructura departamental de la UACH, bien se puede afirmar que la investigación realizada en los Programas también se caracteriza por su elevada concentración en disciplinas específicas del conocimiento: protección vegetal, dasonomía, biotecnología, economía forrajes, etc.

Cuadro 4.3. Relación entre responsables de proyectos PUIS con el DEIS de adscripción

Programa	DEIS Sede	Investigadores responsables adscritos a un DEIS (%)
30.Recursos Bióticos de Zonas Áridas	Zonas áridas	100
34.Estudios Económico Sociales del Sector Agroalimentario	DICEA	98
18.Proteccion Vegetal	Parasitología	97
10.Dasonomia	DICIFO	91
26.Sist. de Prod. de Rumiantes Productores de Carne	Zootecnia	91
22.Biotecnología Agrícola	Fitotecnia	90
35Ciencias Sociales y Humanidades	Preparatoria	89
17.Horticultura Ornamental	Fitotecnia	86
33.Economía, Administración y Comercio Internacional	DICEA	86
31,Diagnostico, Conservación y Rehabilitación del Suelo	Suelos	85
25.Alimentos	Industrias	83
15.Olericultura	Fitotecnia	82
1.Forrajes	Zootecnia	82
5.Granos y Semillas	Fitotecnia	82
2. Sist. De Prod. de No Rumiantes y Especies Menores	Zootecnia	77
7.Regiones Cafetaleras	CRUO	77
14.Ingenieria Agrícola	Maquinaria	63
11.Etnobotanica	Preparatoria	52
36.Matematicas, Estadística, Computación e Informática	Preparatoria	50

Fuente: Elaboración propia con datos de la DGIP

4.5.4 Recursos destinados a los PUI's

El presupuesto asignado a los proyectos PUI's se ha incrementado ligeramente en los últimos años (Figura 4.4), pero al parecer la Universidad conserva el patrón que tiene México en cuanto al financiamiento de la I+D+i, pues para la

UACH representa apenas el 0.45% de su presupuesto total, mientras que para el país corresponde un porcentaje similar sólo que con respecto al PIB total.

El presupuesto asignado a acciones de I+D+i vía PUIS, si bien es bajo es importante considerar que en promedio se financian 800 proyectos anuales, que en promedio hacen 22 proyectos por PUI que al final se traducen en dos proyectos por cada uno de los 380 investigadores que en promedio participan, lo cual atomiza considerablemente los recursos; de esta manera, cada proyecto recibe un promedio de \$11,250.

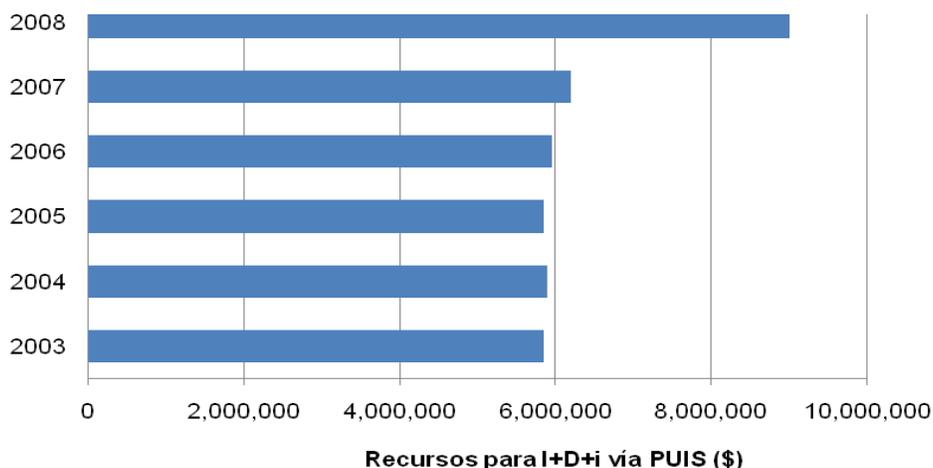


Figura 4.4 Evolución del presupuesto asignado a PUIS (pesos)

Fuente: Elaboración propia con datos de la DGIP, 2009

4.5.5 Temática abordada en la investigación de los PUI's

En el caso de la UACH, la organización de la investigación en los últimos años ha estado impulsada por la oferta de los investigadores más que por la demanda del mercado, sin embargo, con el paso de los años y debido al bajo impacto, no sólo en la productividad interna sino por la insatisfacción del usuario

final, ha sido necesario reorganizar este pilar de la Universidad referido a la investigación

La decisión final de otorgarle financiamiento a un proyecto de investigación se hace de acuerdo a una evaluación previa entre pares que enfatiza más en la estructura del proyecto que en la pertinencia y temática abordada. De hecho, del total de proyectos presentados por los 34 Programas casi la totalidad de proyectos termina recibiendo financiamiento, lo cual da cuenta de la baja presión de selección que prevalece en los procesos de evaluación.

Quizás por ello y ante la necesidad de contribuir a los problemas nacionales se ha decidido crear una bolsa de recursos para proyectos denominados estratégicos que se ha venido incrementando desde su creación en 2008. Este fondo tiene la finalidad de alinear una parte de la investigación de la UACH con los planes y necesidades nacionales de investigación.

Estos proyectos son encomendados a investigadores con amplia trayectoria y experiencia en cada una de las áreas, pese a la reciente creación del fondo, éste se ha incrementado considerablemente pasando de 600 mil pesos asignados en 2008 a cerca de tres millones en 2009.

Lo anterior parece sugerir un reconocimiento explícito de la baja trascendencia de la investigación generada en el marco de los PUIS, lo cual plantea la necesidad de destinar recursos a temas en donde se tiene más experiencia y recursos humanos capacitados y por lo tanto mayor probabilidad de que se genere investigación de frontera, además de su alineación con las demandas nacionales.

La investigación que en los últimos años se han venido apoyando con los fondos institucionales de la UACH (cuadro 4.4), se destaca por apoyar temas relacionados con genética vegetal y fitomejoramiento tanto en número de proyectos apoyados (7.6% de los proyectos financiados de 2003 a 2007) como en el monto asignado, seguido de las investigaciones relacionadas con economía y políticas agrícolas y de desarrollo (9.4%). Adicionalmente se empieza a mostrar un tímido interés por los temas de cuidado al ambiente y los recursos naturales (2.7%) como suelo y bosques, así como temas relacionados con la agricultura protegida (1.3%).

En virtud de que las decisiones de asignación de presupuesto para investigación se hacen internamente sin considerar (en forma explícita) el punto de vista de los actores de la sociedad, se ha decidido comparar la temática abordada por los PUIs con la temática abordada en los proyectos de investigación financiados por dos de los Fondos que a nivel nacional incorporan de manera explícita la demanda directa de los supuestos interesados y beneficiarios. Así, con respecto a fondo operado por las 32 Fundaciones Produce que operan en el país (SITT), se encontró una coincidencia temática en el 16% de los proyectos, destacando en particular los relacionados con Genética vegetal y fitomejoramiento, Selección de variedades y Economía y políticas de desarrollo. En lo que respecta al Fondo Sectorial Sagarpa-Conacyt (FOSEC), se encontró coincidencia en 15.5% de los temas. Estos resultados muestran que la coincidencia con la temática captada directamente de los usuarios y beneficiarios es baja, lo cual podría sugerir que la temática de la

investigación generada en la UCh, dista en buena medida de las necesidades nacionales.

Cuadro 4.4 Temas en que inciden los proyectos de I+D+i financiados (% de proyectos)

UCh (2003/2007)	(%)	SITT (2001/2006)	(%)	FOSEC (2002/2006)	(%)
1.Ciencias forestales-aspectos generales	3.2	1. Sistemas de producción agrícola	10	1.Producción acuícola y pesquera	18
2.Sociología rural y seguridad social	1.7	2.Sanidad vegetal	9	2.Sanidad animal	12
3.Genética vegetal y fitomejoramiento	7.6	3.Selección de variedades	7	3.Genética vegetal y fitomejoramiento	9
4.Economía y políticas agrícolas	5.8	4.Extensión	6	4.Sanidad vegetal	8
5.Conservación de la naturaleza y recursos de la tierra	2.7	5.Genética vegetal y fitomejoramiento	5	5.Control biológico	6
6.Selección de variedades	2.8	6.Alimentación animal	4	6. Elaboración y preservación de alim.	5
7.Economía y políticas de desarrollo	3.6	7.Arreglo y sistemas de cultivo	4	7.Genética y mejoramiento animal	5
8.Propagación de plantas	1.8	8.Sistemas de producción pecuarios	3	8.Economía y políticas de desarrollo	3
9.Documentación e información	3.2	9.Producción orgánica y sustentable	3	9.Inocuidad	3
10.Agricultura protegida	1.3	10.Uso y manejo del agua	3	10.Selección de variedades	3
11.Erosión, conservación y recuperación del suelo	0.6	11.Documentación e información	2	11.Nutrición animal	3
12.Fisiología animal, nutrición	1.5	12.Agricultura protegida	2	12.Uso y manejo del agua	3
13.Manipulación transporte y almacenamiento de productos de origen vegetal	2.1	13.Economía y políticas de desarrollo	2	13. Reproducción animal	2
14.Organización, administrador y gestión de empresas agrícolas	1.3	14. Meteorología y climatología	2		
15.Economía de la producción	1.8	15.Sanidad animal	2		
16.Reproducción animal	1.5				
Sub total	42.7		79		64

Fuente: Elaboración propia a partir de los criterios definidos por AGRIS-FAO, con datos de la DGIP, 2010, y Muñoz et al, 2008.

4.5.6 Tipo de investigación generada por los PUIS

Hasta hace tres décadas el modelo predominante en la mayor parte de los países latinoamericanos se caracterizaba por la abundancia de recursos públicos nacionales e internacionales destinados a financiar la investigación la cual se focalizaba principalmente en incrementar la productividad de los cultivos

básicos. Con el paso del tiempo y los cambios ocurridos en el entorno, así como la aparición de nuevas exigencias en los mercados internacionales fue necesario repensar y sobre todo reorganizar los sistemas de ciencia y tecnología prevalecientes.

Uno de los actores del sistema que a pesar de ya existir, pero no había tomado el papel tan importante que hoy en día tiene, es la universidad, la cual como institución ha resultado ser una pieza clave para la modernización de la sociedad, tanto por su función docente -que posibilita la difusión del conocimiento más avanzado a través de la formación capital humano-, como por su función investigadora -que se centra en la generación del conocimiento abstracto, que fundamenta la base de la resolución de los problemas específicos de las empresas e instituciones-. Este papel se ha vuelto más importante en el momento actual, cuando el conocimiento, en tanto que activo económico, ha alcanzado un valor estratégico para el desarrollo.

El caso de una Universidad pública como lo es la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), la generación de investigación de calidad y de gran impacto para el sector rural, es una necesidad, toda vez que se ha reconocido que es la principal institución de enseñanza e investigación superior en el sector agropecuario de México e incluso de gran parte de Latinoamérica.

El tipo de investigación que se realiza en la Universidad vía los PUIS, sugiere una tendencia a aumentar la densidad de la nube de conocimientos vía realización de investigación básica (30%) y aplicada (50%) y sólo un 20% de los proyectos se enfocan en acciones orientadas a “generar lluvia tecnológica” vía proyectos de transferencia de tecnología o desarrollos tecnológicos (Figura 4.5).

Sin embargo y a juzgar por los indicadores de productividad que año con año se generan a partir de los resultados presentados por los Programas con fines de evaluación, todo parece sugerir que los proyectos clasificables bajo la modalidad de “investigación aplicada” refleja más un deseo o expectativa de los investigadores, más que una realidad o enfoque de la investigación, pues los resultados alcanzado en rubros como patentes, desarrollos tecnológicos o acciones de impacto social o comunitario son muy magros.

Estos indicadores parecerían sugerir la existencia de debilidad en materia de vinculación con el sector social y productivo ante la baja proporción de proyectos relacionados con la transferencia de tecnología los desarrollos tecnológicos y la innovación. De hecho, a partir del año 2009 se generó un fondo adicional con una bolsa de recursos por un millón de pesos para financiar exclusivamente proyectos de transferencia de tecnología, ello a pesar de que en la propia UACH existe un fondo especial desde hace varios años enfocado a apoyar la función de servicio.

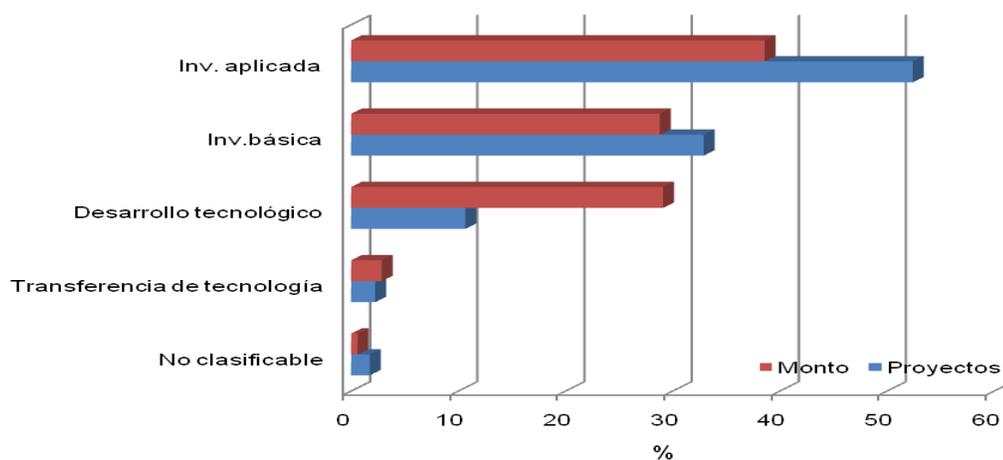


Figura 4.5. Tipo de investigación generada en los PUIS (2003-2007)

Fuente: Elaboración y clasificación propia con información de la DGIP, 2010

4.5.7 Análisis de la productividad de los PUIS

Como en todo proceso productivo, la investigación no es la excepción, la cuantificación y medición de los productos e impactos derivados de ésta es un elemento que en resumidas dará cuenta de la rentabilidad de los recursos invertidos en acciones de I+D+i. Con respecto a ello, la DGIP genera un indicador compuesto por varios parámetros en donde se califican cada uno de los productos y se asigna un puntaje que a fin de cuentas es el nivel de productividad que se ha generado en el año, el cual está referido en un primer momento a cada investigador y posteriormente se suma y se obtiene la productividad por PUI y bajo el cual se asigna el presupuesto anual a cada PUI.

En el cuadro 4.5 y Figura 4.6, se muestra la evolución que han tenido los componentes de la producción científica y tecnológica, destacando que poco más del 50% de la productividad corresponde a la asistencia a eventos de difusión y a la publicación de tesis. Mientras que alrededor del 6% corresponde a artículos científicos. El hecho de que solamente el 5% de la productividad total este vinculada con los parámetros relacionados con el “registro de patentes”, “asesorías especializadas” y “acciones de impacto social comunitario”, ello parece sugerir que la investigación que se genera en los PUIS está fuertemente orientada a incrementar la densidad de la nube de conocimientos de las ciencias agronómicas vía la difusión en eventos científicos y a través de la formación de recursos humanos, David, *et-al.* (1994), pero a juzgar por la baja productividad en parámetros relacionados con la vinculación de la UACH con su

entorno, parecería que dichos conocimientos no se traducen en lluvia tecnológica a favor de los actores productivos del sector agropecuario. Sin embargo, si se analiza la I+D+i que se financia con recursos externos, esta apreciación no necesariamente refleja el rol y la verdadera contribución de la UACH al SNIA.

Cuadro 4.5 Evolución de la productividad de los PUIS (2005/2008)

Eval.	Parámetros de evaluación	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)	Prom edio.
70%	9. Eventos científicos	28.8	26.2	29.9	27.8	28.2
	4. Tesis concluidas	23.2	25.3	20.2	23.2	23.0
	3. Artículos publicados en extenso en memorias	15.4	16.4	17.6	14.1	15.9
	13. Impacto social o comunitario	6.8	0.7	0.5	0.2	2.1
	5. Arbitraje o revisión de artículos científicos, artículos técnicos, etc.	6.6	6.6	5.4	6.2	6.2
	6. Editor	4.8	4.6	5.9	4.7	5.0
	1. Artículos y ensayos científicos publicados en revistas de prestigio	2.7	3.2	2.2	3.3	2.9
	2. Artículos y ensayos científicos publicados en revistas con arbitraje	2.4	4.2	3.9	3.5	3.5
	7. Libros publicados con registro ISBN	2.3	2.4	3.4	3.8	3.0
	14. Distinciones	1.9	4.1	3.3	6.0	3.8
	10. Participación en comisiones asignadas o aprobadas por la DGIP	1.7	1.8	2.1	1.8	1.8
	15. Asesorías especializadas	1.5	1.7	2.8	2.9	2.2
	8. Manuales, folletos y trípticos publicados	0.8	1.6	1.5	1.4	1.3
	12. Divulgación científica y tecnológica	0.7	0.3	0.2	0.1	0.3
11. Patentes y registros oficiales	0.3	1.0	1.0	0.8	0.8	
10%	16. Captación de recursos (puntos)	32,375	48,394	10,828	17,075	27,168
10%	Evaluación del Programa y estructura organizacional del año anterior					
10%	Evaluación de continuidad como responsables de proyectos					

Fuente: Elaborado con base a la DGIP, 2009

Otra debilidad, que se ha detectado principalmente en la parte de publicación de artículos en revistas indizadas, es el bajo cumplimiento con lo que se establece como meta al inicio del proyecto, tan sólo en el 2007 el grado de

cumplimiento para este componente fue de 22%, adicionalmente esta el débil sistema de castigos e incentivos que no sanciona estos hechos.

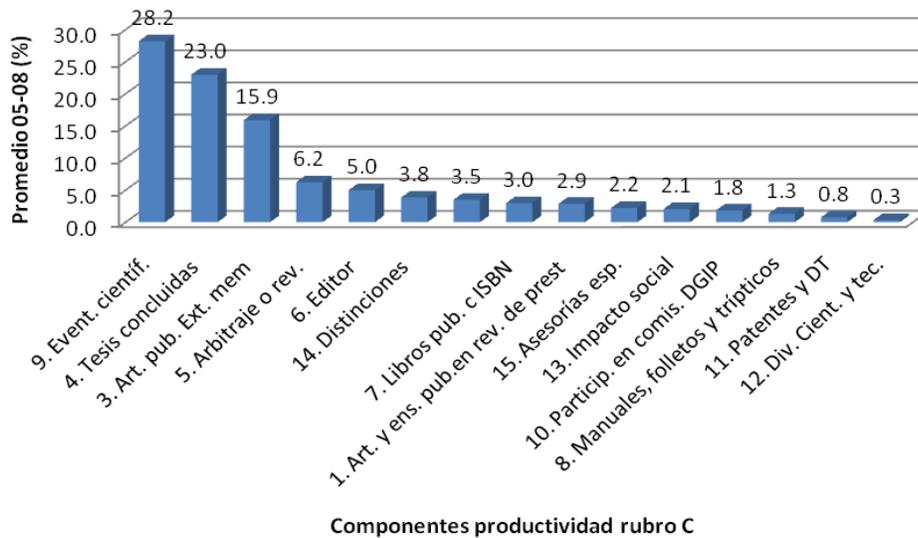


Figura 4.6 Aporte de los PUI's a la I+D+i promedio, 2005-2008

Fuente: Elaboración propia con información de la DGIP, 2010

Un elemento importante que en los últimos años ha ganado terreno y que refleja de alguna forma el impacto y la interacción de la Universidad con su entorno, es el número de patentes generadas, de tal manera que si bien muchas veces por el carácter social de lo que en la UACH se genera no tiene las características de poder patentarse pero si de generación de Desarrollos tecnológicos, en el punto 11 del formato de evaluación de los PUI's ocupa el penúltimo lugar en puntuación, lo que sugiere que lo que se genera en estos rubros es bajo e incluso nulo. Sin embargo, de acuerdo a la experiencia y al conocimiento que se tiene de lo que se hace actualmente por investigadores de los PUI's, la gran mayoría tiene trabajos e investigaciones externas que si bien no son patentables si son merecedoras de considerarse Desarrollos Tecnológicos, lo

que en realidad ha faltado es la generación de incentivos para el fomento de éstos, incluso es un punto que se evalúa por CONACyT para la calificación de los investigadores al Sistema Nacional de Investigadores y lo especifica como Desarrollo Tecnológico no patentable y lo define de la siguiente manera en la ficha 2 (http://www.conacyt.mx/SNI/Index_SNI.html):

Las prácticas de reconocimiento y protección intelectual varían ampliamente de área a área y de compañía a compañía así en algunos casos las compañías deciden no patentar desarrollos tecnológicos., sin embargo adaptaciones tecnológicas podrán, a juicio de las comisiones evaluadoras de cada área, ser consideradas cuando:

Tengan un impacto sustancial documentado en el ámbito industrial, ambiental, salud, social y agropecuarias entre otras.

El desarrollo / adaptación tecnológica contenga innovación que pueda ser claramente distinguible de un trabajo rutinario o de un ejercicio profesional que no contenga elementos innovadores.

Finalmente, pese a que se hace la evaluación de productividad año con año, al no realizarse un ejercicio de retroalimentación con los integrantes de los PUIS a fin de reflexionar en torno a los resultados y posibles áreas de mejora, el proceso de evaluación en realidad se transforma en un ejercicio de seguimiento que por sí solo impide planificar el rumbo de la investigación en la UACH.

B) Proyectos de I+D+i financiados con recursos externos a la UACH

Hasta este momento se ha mencionado a los fondos institucionales como una de las fuentes de financiamiento para la generación de I+D+i y a los cuales la UACH asigna un presupuesto equivalente del 0.45% de su presupuesto global.

Sin embargo, paralelamente a la estructura de los PUI's, se ha venido gestando un nuevo esquema, no reconocido explícitamente por la DGIP ni por la propia

Universidad como parte de sus funciones sustantivas en materia de investigación y vinculación con el sector social y productivo pero que parece demostrar mayor impacto y reconocimiento de la UACH en el exterior y que en la práctica funge como un verdadero complemento a la investigación realizada en los PUI's. Nos referimos a la fuente de financiamiento que se genera mediante concursos en fondos competidos externos, asignaciones directas y atención de demandas específicas y cuyo monto es por lo menos quince veces mayor a los recursos (Figura 4.7) asignados a los PUI's pero que no se han formalizado ni incorporado sus productos a un sistema de cuantificación de resultados e impactos. Tal es la baja importancia asignada a esta fuente de financiamiento, que si bien en la UACH se tiene toda una dirección para gestionar y administrar cerca de nueve millones de pesos anuales, no se tiene una sola persona encargada de dar seguimiento a los proyectos financiados con recursos externos que para el 2007 llegaron a sumar ciento ochenta millones de pesos contra los nueve asignados a los PUI's.

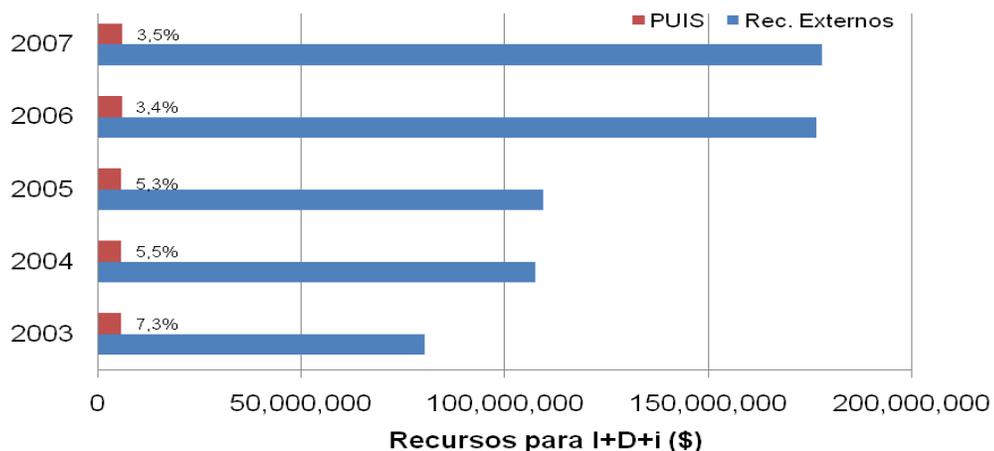


Figura 4.7 Evolución de los recursos captados externamente (\$)

Fuente: Elaboración y clasificación propia con información de la DGIP, 2010

Esta estrategia de captación de recursos externos es hasta ahora el mecanismo que la UACH tiene para promover su articulación con el exterior y transferir lo que se genera, aunque adolece de un sistema de rendición de cuentas y cuantificación de impactos más eficiente para este tipo de proyectos, que a juzgar por los objetivos planteados son los que permiten difundir el quehacer de la UACH hacia el exterior.

Las principales instituciones con las que se establecen estos vínculos mediante la ejecución de proyectos son aquellas relacionadas con el sector, tales como SAGARPA, SEMARNAT, CONACyT, entre otros, seguido por los centros de investigación e IEIS, lo cual sugiere una buena integración de la UACH con los diversos actores que participan en el SNIA y que contribuyen con la innovación (cuadro 4.6).

Cuadro 4.6. UACH: Fuentes de financiamiento externas para I+D+i (2003-2007)

Financiadores externos	Monto (\$)	%	Proyectos	%
Secretarías Federales	434,280,467	66.7	411	35.6
Centros de investigación e IEIS	38,347,646	5.9	313	27.1
Gobiernos Estatales	65,550,818	10.1	105	9.1
Asociaciones de productores	43,773,979	6.7	104	9.0
Otros	28,237,404	4.3	69	6.0
F. Produce	13,864,662	2.1	51	4.4
Instituciones Financieras	12,376,838	1.9	39	3.4
Fondos CONACyT	19,905,307	3.1	32	2.8
Organismo Internacional	1466763.61	0.2	26	2.2
Sector privado	2070000	0.3	6	0.5
Total	659,873,884	100.0	1,156	100

Fuente: Elaboración propia con información de rectoría, 2009

4.5.8 Tipo de investigación generada con los recursos externos

Hoy en día, el papel de la universidad debe de ir más allá del conocido modelo lineal de generación de investigación pues la relación entre ciencia básica, aplicada y de ésta con la innovación implica procesos de carácter más complejo e interactivos, si en verdad se persiguen mayores logros e impactos.

Por otra parte, en no pocas ocasiones la solución de problemas prácticos es lo que empuja la generación de ciencia básica y en ocasiones es la vía por la que el conocimiento más abstracto migra hacia las empresas y hacia el exterior; también en no pocas áreas del conocimiento la solución de problemas procede del enfrentamiento global a problemas complejos que en muchas ocasiones son de naturaleza mixta, teórica y práctica y cruzan varias fronteras disciplinares y organizativas, de esta manera el proceso de generación de investigación en la Universidad y su relación con el entorno es cada vez más compleja, por lo que se requiere de un nuevo marco regulador más flexible y en donde se favorezca y fortalezca el establecimiento de vínculos con el exterior.

El mismo entorno y la sociedad exigen la integración de la Universidad a redes distributivas y flexibles de creación de conocimiento y solución de problemas, una red que con plena seguridad en lo futuro ni siquiera exigirá como regla general la contigüidad física de sus integrantes, dada la velocidad a la que esta ampliándose la red informática, y por tanto se tiene que estar preparada para ello.

Ante esta situación, no es sencillo aproximarse y medir esa relación que existe entre la Universidad-Entorno-Impacto, debido a que no existe una generalidad

entre las universidades llamadas de excelencia y a que no responden a un único patrón de desarrollo, pero lo que sí es cierto es que en lo general comparten un alto nivel de flexibilidad en sus procesos y relación dinámica con el entorno, situación que en caso de la UACH se ve débil en los PUI's y su vinculación para la generación de investigación de frontera.

La orientación de los proyectos financiados con recursos externos, presenta una clara orientación hacia la transferencia de tecnología, la investigación aplicada, la capacitación y la evaluación de programas y proyectos. En contraste, el tipo de investigación generada en el marco de los PUI's está más orientada a la investigación básica y aplicada con el 80% de los proyectos (Figura 4.8).

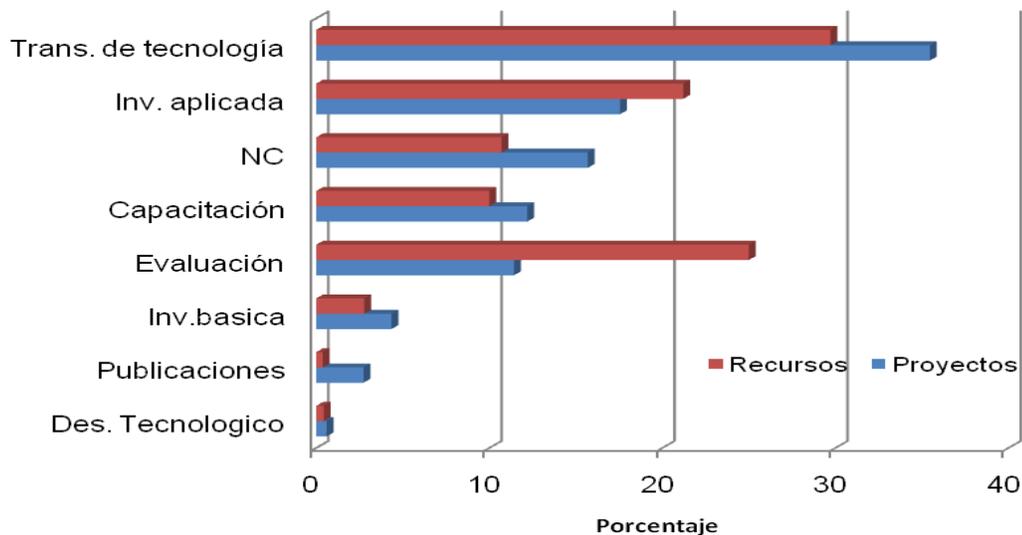


Figura 4.8. Tipo de I+D+i generada con recursos externos

Fuente: Elaboración propia con información de rectoría, 2009

Lo que esto sugiere es que las fuentes de financiamiento externas están contribuyendo a generar “lluvia tecnológica” hacia la sociedad a partir de la “nube de conocimientos” alimentada con recursos canalizados vía PUIS.

4.5.8.1 Generación de desarrollo y bienestar desde la UACH, caso Maíz CIESTAAM-Estado de Guerrero

Mucho se ha discutido a lo largo de este trabajo sobre el “verdadero” papel de la Universidad sin embargo lo que si debe quedar claro que hoy en día no es sólo una función la que debe desempeñar la UACH, pues los problemas son diversos, así como las demandas del sector agroalimentario y los actores con los que se deben de articular los investigadores para la generación de desarrollo y bienestar en el sector.

La prevaleciente desarticulación entre las distintas instancias generadoras de I+D+i en la UACH, no permiten vislumbrar pero sobre todo cuantificar y medir algunos impactos sustanciales en materia de desarrollo, que se dan en algunos departamentos, institutos o los mismos PUI’s pero por la clara separación de las fuentes de financiamiento institucional y las externas, referidas más a menudo como consultorías no se logran cuantificar proyectos que se están ejecutando y que son de gran relevancia para el impacto de la Universidad.

Para este caso específico la referencia es un Estado Guerrero, un Programa, el de Asistencia Técnica, Capacitación y Transferencia de Tecnología para Maíz, y un centro de investigación el CIESTAAM-UACH-PIAI.

Como antecedente, se menciona que la Universidad a través del CIESTAAM ha venido colaborando con la SAGARPA, mediante la implementación de diversas estrategias para el Desarrollo Rural en varios Estados, una de ellas, la supervisión de los servicios de extensionismo de diversos Programas implementados en cada Estado.

El Programa de implementación del paquete tecnológico de fertilización en localidades de alta y muy alta marginación del Estado de Guerrero. Dicho Programa surge como una respuesta a la problemática presentada en el Sistema Producto Maíz, principalmente por el bajo nivel de organización productiva, la falta de capacitación y asistencia técnica, el bajo aprovechamiento de los Programas que ofrecen los tres niveles de gobierno y el monopolio en la venta y distribución del grano.

Desde el año 2006, se viene colaborando en esta estrategia en el estado de Guerrero teniendo como punto de convergencia al Centro Estatal de Evaluación operado por gente del Estado de Guerrero, pero coordinado por personal de la UACH-CIESTAAM, y hoy a más de tres años se ha realizado una evaluación sobre los avances y para la definición del rumbo del Programa y del quehacer de los diversos actores.

A primera vista lo que se observa es una red con flujos de capital humano y monetario así como de conocimiento (Figura 4.9) que antes no se percibía debido a la desarticulación pero sobre todo por la falta de un actor que coordinara y cohesionara las acciones, cuya finalidad ha sido la contribución al desarrollo y crecimiento de los productores de maíz del Estado.

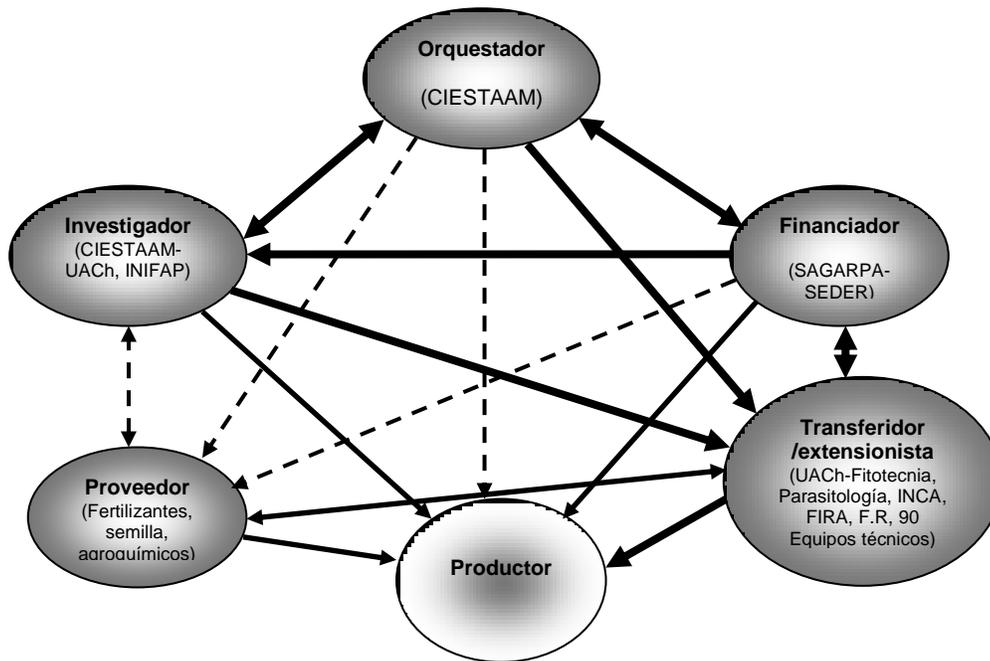


Figura 4.9. Grado de articulación actual de la Red del Proyecto Estratégico de Asistencia Técnica, Capacitación y Transferencia de Tecnología en la cadena maíz del Estado de Guerrero

Fuente: Elaboración propia con información del proyecto UACH-Guerrero, 2010

La estructura de la red que se ha fortalecido con las diversas acciones orquestadas por la UACH-CIESTAAM se presenta en la figura 4.9, en donde se aprecia, tres tipos de flujos de acuerdo al grosor de la línea, la punteada o más débil es donde las relaciones son más débiles o se tiene una influencia indirecta sobre este nodo, la línea continua delgada corresponde a las relaciones donde se ha trabajado pero es necesario fortalecer aún más y finalmente las líneas más gruesas representan las acciones y los procesos en donde se ha trabajado en los últimos tres años, fortaleciendo esta relación. Ahora bien el hecho de fortalecer o articular esta red tal cual se presenta, ha implicado acciones de coordinación y capacitación a los técnicos que hasta hace tres años trabajaban de manera individual, dispersos y con bajos impactos, hoy en día esos 300 técnicos se encuentran agrupados en 90 equipos técnicos, los cuales al inicio

de año elaboran un programa de trabajo bajo la metodología de Marco Lógico y en donde se trabaja por cumplimiento de objetivos.

Además de esto se ha requerido toda una estrategia de capacitación hacia los técnicos en diversos temas, en donde se ha contratado a especialistas en temas de abonos orgánicos y fertilización foliar, manejo y conservación de agua y suelo, mejoramiento de las semillas criollas por métodos participativos, nutrición y fertilización integral de los cultivos, control biológico de malezas y plagas, organización económica rural, manejo pos cosecha y estimación de rendimientos, entre otros. Todo esto ha implicado inversiones tanto en capital humano como en recursos financieros.

Después de todos estos esfuerzos, los logros a tres años de operación e implementación de estas acciones se tienen los siguientes avances:

- * Conformación de noventa equipos técnicos con un plan de trabajo y estrategia definida y medible
- * Movilización de especialistas de diversas instituciones de investigación, como la Universidad Autónoma Chapingo, INIFAP, INCA Rural, para capacitar a los elementos de los equipos técnicos y estos a su vez han logrado influir sobre 40,000 productores ya sea de manera directa o indirecta
- * Elaboración de planes de manejo específicos para cada parcela
- * Establecimiento de 1010 parcelas de seguimiento y demostrativas con 505 productores cooperantes cuya finalidad fue probar en 0,5 hectáreas la tecnología convencional y en otras 0,5 hectáreas la tecnología de innovación (uso de biofertilizante, fertilización a la siembra, curvas de nivel, fecha de siembra, semilla mejorada, control de plagas de suelo, herbicida Pre-

emergente, abonos verdes, abonos orgánicos (Compostas), dos aplicaciones de foliares (uso de lixiviados de compostas), dos a tres fertilizaciones, manejo post-cosecha) dicha tecnología se ha venido generando en estos últimos tres años donde la UACH-CIESTAAM ha coordinado la estrategia.

* Los resultados, se ha logrado incrementar en 644 kg/ha los rendimientos, si consideramos que el promedio estatal es de 2,5 ton/ha, tenemos que se incrementó el rendimiento en un 25% en promedio. La adopción de estas innovaciones no implica mayores costos, puesto que se trabajo con los que se tiene disponible en la región, esto representa un incremento en las utilidades de \$2,078/ha.

Finalmente uno de los grandes cuestionamientos que hoy en día se le hacen a la Universidad es precisamente esa baja influencia sobre los problemas del sector y su contribución al desarrollo y bienestar de la población; con este pequeño caso la UACH está realizando y cumpliendo ese objetivo. Sin embargo, no hay hoy en la Universidad un mecanismo en donde se cuantifique y de seguimiento a estas acciones y que sirva como inventivo y finalmente como la contribución real de la UACH al sector.

4.5.9 Niveles de articulación para la generación de I+D+i en los PUIS

Para referirnos al término articulación, es necesario abordar previamente el concepto de redes sociales o su versión adaptada a *redes de innovación*.

Una red social es un conjunto de relaciones, vínculos o lazos, que se establecen entre una serie definida de elementos (nodos) y en donde cada

relación equivale a una relación diferente. Una red de innovación se define como una red de actores en donde se incluye a productores, empresas, universidades, centros de investigación, institutos tecnológicos, centros de capacitación, organizaciones intermedias de apoyo a la actividad empresarial e instituciones financieras, que interaccionan, y contribuyen a la producción, difusión y uso de conocimiento social y económicamente útil (Molina, 2003)

La articulación es el medio de contacto o de convergencia que hace la unión entre dos o más partes, de ahí que la articulación de los PUIS se refiere a la forma en la que los investigadores de un mismo Programa, de Programas diferentes o con investigadores externos colaboran en proyectos de investigación para la generación de conocimientos.

El interés por incorporar en el análisis la articulación como variable clave, atiende a la hipótesis de que en la medida en que se fomentan los procesos de articulación y flujos de conocimiento entre investigadores, se tienen mejores resultados y mayor eficiencia y productividad, en este caso mayores rendimientos en cuanto a producción científica se refieren.

La articulación es por tanto la conformación de redes entre los distintos investigadores. Al respecto se ha logrado definir que los activos esenciales de las redes de innovación incluyen los siguientes elementos: a) un agente catalizador (ej., institución, productor o investigador), b) una cultura colectiva que valora la innovación y la colaboración entre los miembros de la red, c) conexiones con fuentes externas de información (a menudo, fuentes internacionales) y, d) un mínimo de capacidad para identificar, generar y adaptar información. Esta capacidad toma varias formas, ej., investigaciones

formales, investigaciones no formales realizadas por productores, o interacciones con proveedores o con compradores de productos (Ekboir, 2007). Analizados los patrones de interacción, se encontró que la relación predominante entre los investigadores de la Universidad es la que se da entre e intra investigadores de los PUI's con 58%, así como la relación con otros que incluye a tesis y otros profesores de la Universidad que no están adscritos a algún PUI, con un 30%. Solamente el 12% de las interacciones se dan con investigadores externos a la Universidad (Ver Figura 4.10).

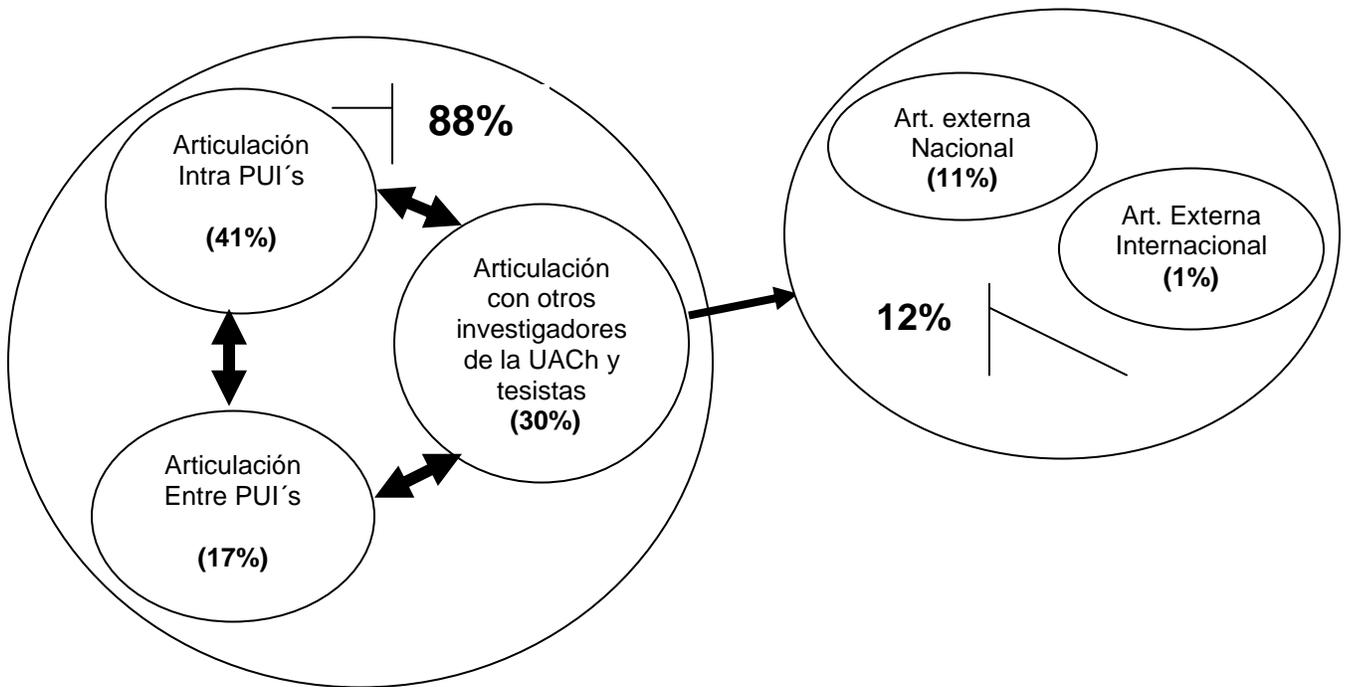


Figura 4.10 Nivel de articulación para la generación de investigación en la UACH, 2003-2007

Fuente: Elaboración propia con datos de la DGIP

Lo que estos indicadores sugieren es que los activos presentes en las redes de colaboración de la Universidad se encuentran limitados en lo que respecta a la cultura colectiva que valora la colaboración entre miembros de la red y las conexiones con fuentes externas de información. Esto podría estar indicando la

ausencia de un catalizador de incentivos para favorecer la interacción entre y sobre todo extra PUIS.

El diseño actual de los PUI's como plataforma de soporte a la investigación y pese a que no hay restricciones en cuanto a vinculación externa, en la mayoría de los casos los investigadores cumplen con la formalidad institucional de productividad más que con una necesidad real del entorno y de la sociedad. Adicionalmente, el bajo monto asignado por proyecto de investigación contribuye a minar el posible impacto y limita al investigador a la generación de investigaciones acorde con el presupuesto asignado y el mandato institucional..

4.5.10 Efecto de la organización actual de los PUIS

La capacidad de interacción de la Universidad con el entorno, depende en buena medida de la forma organizativa al interior de esta y de la arquitectura institucional. Por tanto la importancia del entorno no sólo debe ser concebida como fuente de financiación sino como el espacio en donde convergen o se detectan los problemas sobre los que el sistema y la Universidad deberán ofrecer soluciones, sobre todo si se concibe a la segunda como una – *Fábrica generadora de nuevos conocimientos*- debiendo asumir todas las implicaciones que ello conlleva.

Para el diseño y construcción de un sistema de investigación en la UACH enfocado a satisfacer las demandas del entorno sin descuidar la formación de capital humano, es necesario avanzar en los procesos de flexibilización, estímulos y arreglo organizacional de los PUIS. Si bien es cierto existe una

articulación media entre los integrantes de los programas, estos procesos de articulación tienen poca relación e impacto con la productividad de los PUIS, debido principalmente a que esta articulación en la mayoría de veces es sólo en papel y no es un punto de convergencia real, en donde se construya un verdadero proceso de creación y difusión de conocimiento.

Partiendo de la hipótesis, según la cual a mayor articulación mayor productividad, se analizó el nivel de articulación entre los miembros del mismo PUI denominada articulación intra PUIS con la productividad correspondiente al rubro C (producción científica) y al D (captación de recursos externos).

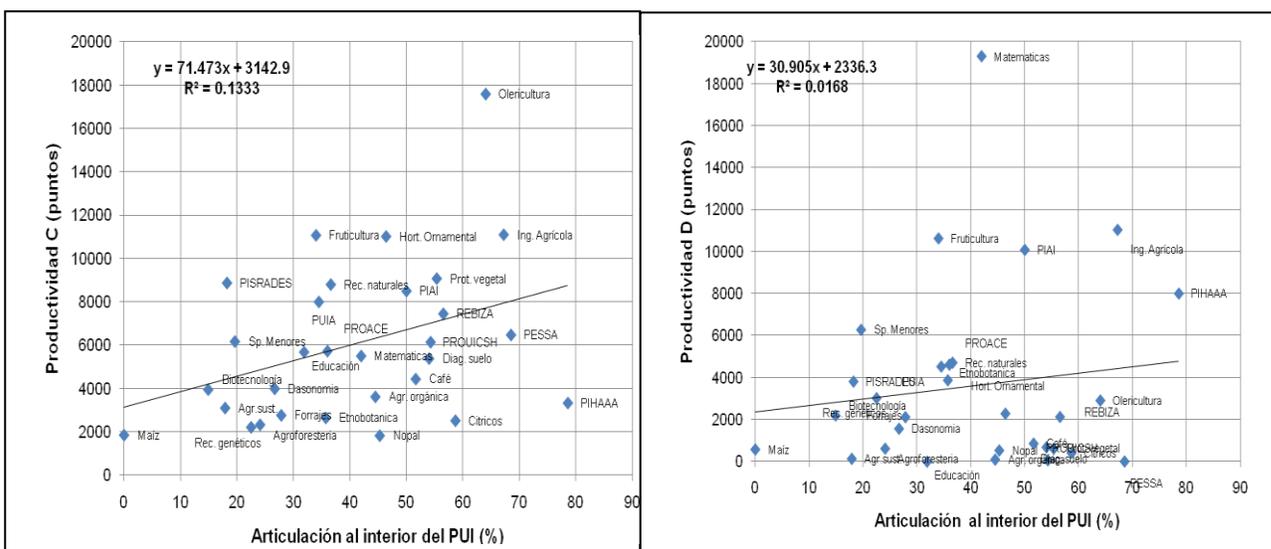


Figura 4.11. Productividad y el nivel de articulación intra PUIS

Fuente: Elaboración propia con datos de la DGIP, 2010

Los resultados del análisis de la regresión (Figura 4.11) permiten visualizar que la relación entre ambas variables es baja aunque con una tendencia positiva, siendo mayor para el caso del rubro C que para el D. Estos datos sugieren que una mayor articulación de los investigadores al interior del PUI favorece ligeramente la producción científica, no así una mayor captación de recursos, lo

cual parece resultar lógico, pues una mayor calificación en el rubro D, es producto de mayor articulación al exterior.

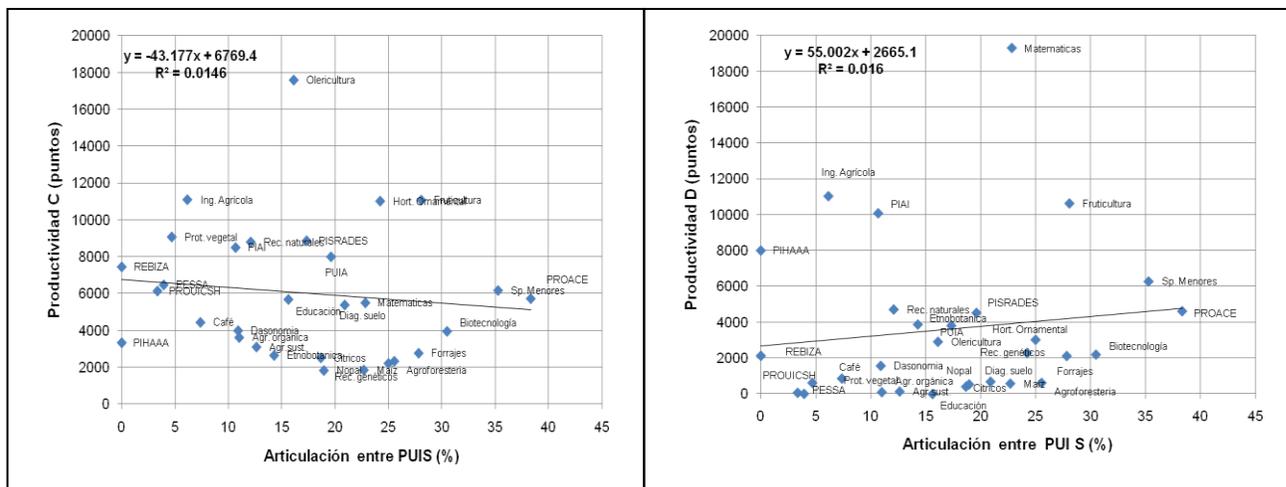


Figura 4.12 Productividad y el nivel de articulación entre PUI's

Fuente: Elaboración propia con datos de la DGIP, 2010

En la figura 4.12, se muestran los resultados del análisis de regresión, en donde se relaciona la articulación entre PUIS con la productividad de los rubros C y D. Ambas relaciones son débiles, pero el hecho de que la relación entre articulación y productividad científica presente una tendencia negativa, mientras que la tendencia entre articulación y captación de recursos externos sea positiva, es un fiel reflejo de los incentivos prevalecientes. En efecto, los mecanismos de asignación presupuestal interna diseñados por la DGIP convierten a todos los PUIS en competidores, pues el monto final del recurso obtenido por cada Programa es resultado de la suma de la productividad individual de cada integrante. Así, cada Programa busca maximizar su productividad toda vez que ello le permite obtener una tajada mayor del presupuesto a repartir. Ante un presupuesto dado, un peso ganado por un

Programa, es un peso perdido por el resto de los Programas. Por tanto, ¿qué incentivos tendrían los investigadores de diferentes Programas para interactuar, si ello va en detrimento de los recursos que captan sus respectivos Programas.

Esta situación resulta realmente preocupante si se considera el fuerte carácter disciplinario que identifica a los PUIS. Esto significa, simple y llanamente, que los mecanismos de distribución presupuestal interna inhiben el trabajo interdisciplinario.

Al respecto, el papel de la Universidad es tan extenso y variado que en ocasiones también es necesario cuestionar si en realidad la Universidad es la organización adecuada para transferir y comercializar el conocimiento, y no es porque no sea una función compatible con la de crear conocimiento, sino porque no lo es sin un costo que en ocasiones puede ser excesivo y al cual es necesario crearle mecanismos adecuados así como un sistema de incentivos (Azagra, 2004).

De hecho, para el caso de la UACH, el diseño y organización de la investigación, tal y como funcionan actualmente los PUIS, son una estructura orientada en gran parte a generar un stock de conocimiento y facilitar la investigación aplicada (David, et-al, 1994), y sobre todo cumplir los requisitos de productividad internos, lo cual en cierta medida es una restricción para una mayor vinculación al exterior.

En este modelo de generación de conocimiento, en donde la investigación básica constituye una actividad que explora y acota el espacio de búsqueda de

las aplicaciones comerciales del conocimiento, (abriendo nuevas posibilidades y descartando otras) se incrementa el ingreso marginal de la investigación aplicada y permite que el sistema científico y el tecnológico actúen como bienes complementarios. Esto no necesariamente es malo, ya que de acuerdo a la dinámica de las Universidades resulta complicado introducir presiones externas y mantener esta eficiencia.

El hecho más contundente de que un sistema de incentivos contribuye a mejorar los niveles de productividad, lo demuestra la relación entre los investigadores que pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y su relación con la productividad (Figura 4.13). Los resultados indican que a mayor número de investigadores en el sistema, mayor la productividad en el rubro C. En contraste la relación entre número de investigadores SNI y la captación de recursos externos es baja y poco significativa.

Esto confirma el sistema del SNI está diseñado para contribuir a aumentar la densidad de la nube de conocimientos más que a satisfacer las demandas del entorno. Por se mismo, no es malo, pues se necesita generar conocimiento básico que mediante un proceso se transforme en conocimiento útil de hecho este tipo de investigación es el semillero para la innovación y la transferencia de tecnología.

Sin embargo, y a juzgar por los resultados, en el diseño de los PUI's, prevalece aún la baja planeación estratégica para la generación de investigación y existe una elevada influencia del modelo lineal de generación de conocimiento y se aprecia una fuerte tendencia a alinear tanto los incentivos como la evaluación

de resultados al esquema y necesidades del sistema nacional de investigadores que también, dicho sea de paso, requiere de mejoras.

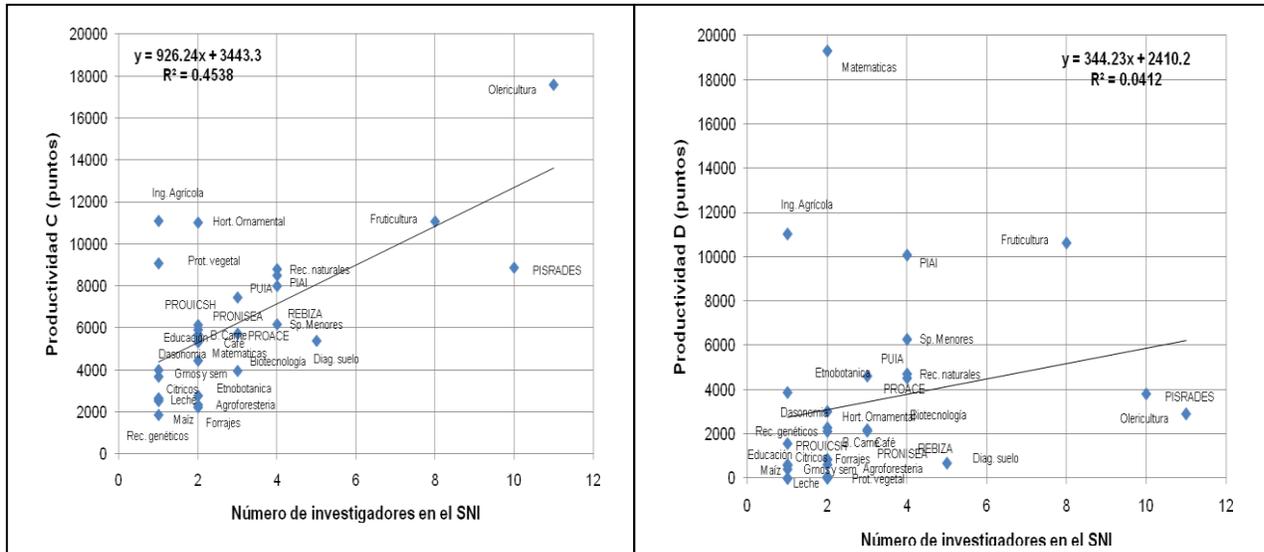


Figura 4.13 Investigadores en el SNI y productividad

Fuente: Elaboración propia con datos de la DGIP, 2010

Por tanto, la encomienda va en el sentido de repensar una nueva estructura de investigación para la UACH adecuándola a la generación de conocimiento que el sector agroalimentario necesita; en este sentido, tenemos que sobrepasar la inercia que hasta ahora ha llevado la administración de los PUIS, a otro nivel en donde no se vean como simples procedimientos a la asignación presupuestal y la evaluación de la productividad, pues si esto continua así no habrá estructura acorde a lo que el sector agropecuario necesita.

Si bien los PUI's no han surtido el efecto deseado, si han avanzado en la consolidación de grupos de investigación, además del incremento en el stock de conocimiento e investigación básica, y de otros productos que se han generado y que no se han cuantificado debidamente, pues como bien mencionan Salter y

Martin (2001), existen otras formas indirectas de cuantificar la contribución de la investigación a la innovación, tales como: el incremento en la reserva de conocimiento tanto explícito como tácito, formación de egresados que contribuyen a la innovación mediante la capacidad de resolver problemas, creación de nuevos instrumentos y metodologías, formación de redes y estímulo de la interacción social, incremento en la capacidad de resolución de problemas científicos y tecnológicos, creación de empresas derivadas de la ciencia básica, como ejemplo están las aglomeraciones empresariales en torno al Massachusetts Institute of Technology (MIT).

En la figura 4.14 se relacionan los niveles de articulación intra y entre PUIS, con el número de integrantes en el sistema nacional de investigadores (SNI). Aunque poco significativas las relaciones, la tendencia es que bajo el esquema actual, a mayor número de investigadores en el sistema, los procesos de articulación favorecen las relaciones endógenas, es decir relaciones entre miembros de PUIS diferentes y entre miembros del mismo PUI.

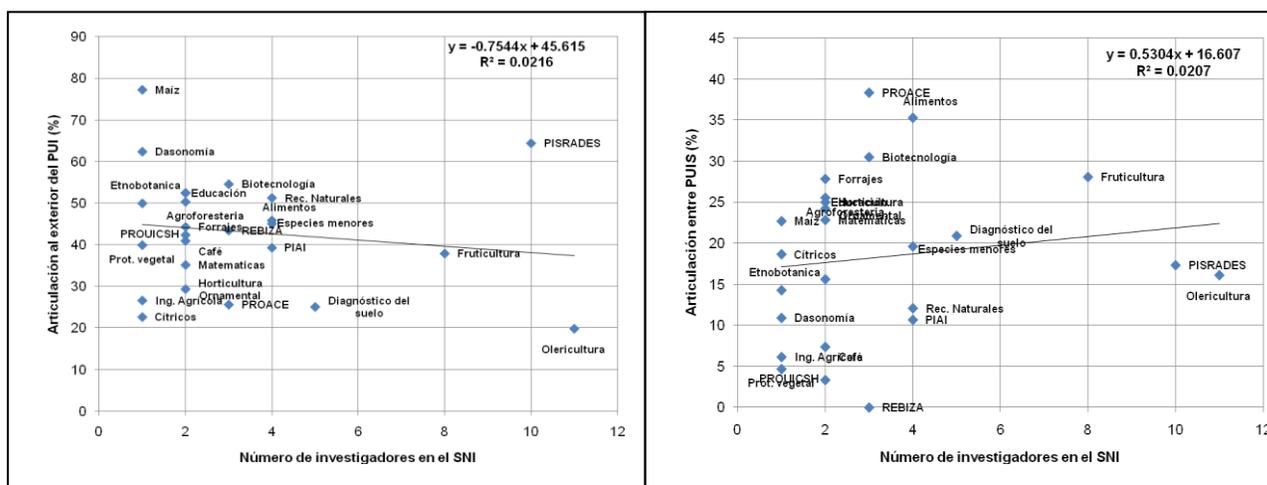


Figura 4.14 Investigadores en el SNI y niveles de articulación de los PUI

Fuente: Elaboración propia con datos de la DGIP, 2010

4.5.11 Visión de conjunto de la I+D+i en la UACH

La eficacia de una buena política de innovación, depende del grado de adaptación a las condiciones del sistema en donde se quiere incidir y de innovación concreta en donde se pretende intervenir.

El nuevo sistema del diseño de la estructura de la investigación de la Universidad debe considerar un sistema de I+D+i diversificado en la medida de lo posible y que los arreglos organizacional e institucional sean los adecuados, así como la flexibilidad de la Universidad a nuevos esquemas. Algunas consideraciones importantes son: el interés que el Estado y la sociedad en general tienen para influir en la orientación de los agentes del sistema de innovación y la segunda es el nivel de accesibilidad que muestren las instituciones.

En el nuevo modelo de Universidad debe considerarla como un agente de desarrollo territorial, lo cual implica avanzar en el llamado modelo Universidad-entorno, a través de esfuerzos en la focalización de la investigación que se quiere generar y partir de lo que ya existe, como es el capital humano y los recursos financieros e infraestructura disponibles.

Fuentes de financiamiento

Las dos fuentes de financiamiento para la generación de I+D+i en la UACH son, por un lado, los fondos institucionales que designa año con año la Universidad a este rubro a través de los PUIS y por otro lado están los fondos de financiamiento externo, los cuales representan por lo menos quince veces más

que la asignación institucional que corresponde en promedio a nueve millones (Informe de Rectoría, 2009).

Los primeros vienen en su totalidad del presupuesto asignado anualmente a la UACH y existe una certidumbre total en su asignación con pequeñas variaciones entre años, mientras que los segundos llegan de fuentes externas diversas en donde no se tiene certidumbre sobre su captación, además de que gran parte de ellos han pasado por procesos de selección más estrictos que impone una *dinámica de fondos competidos*.

La evaluación final de los productos obtenidos a partir de los recursos asignados a los PUIS se realiza con la productividad registrada ante la DGIP, mientras que los de captación externa, tienen que reportar los resultados e impactos con el contratante externo.

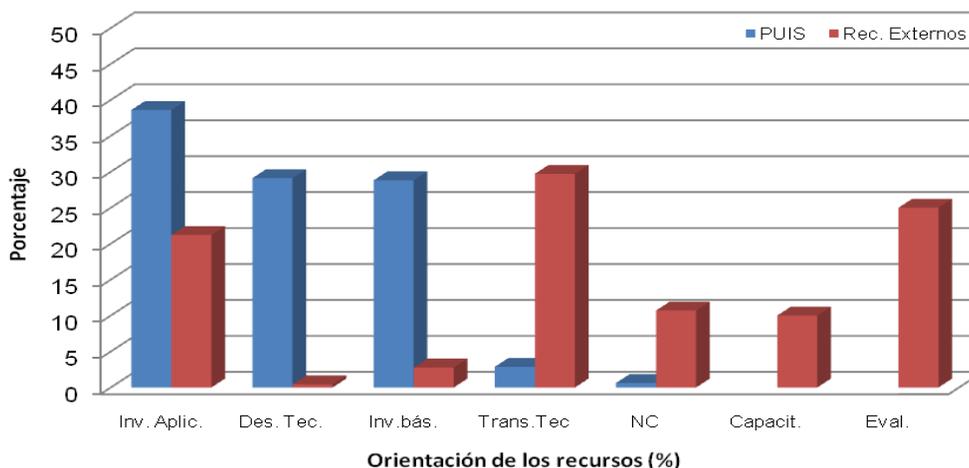


Figura 4.15 Orientación de los recursos destinados a I+D+i

Fuente: Elaboración propia con datos de la DGIP, 2010

Tipo de investigación

Existe una clara especialización en el destino de los recursos, pues en los PUIS el recurso se usa para generar un stock de conocimiento, reflejado en productos relacionados con investigación básica y aplicada principalmente, mientras los recursos se enfocan mayormente en la transferencia de tecnología, capacitación y estudios específicos de evaluación (Figura, 4.15).

Ambos tipos de proyectos de I+D+i, están totalmente desligados tanto en incentivos como en la rendición de cuentas, de hecho, a los proyectos externos no se les da seguimiento, ni se les exigen productos ala interior de la Universidad como sucede en el caso de los PUIS, lo que resulta controversial es que en éstos proyectos de captación externa, es donde actualmente recae el peso de los impactos y es la forma más tangible mediante la cual la UACH está cumpliendo en parte con su tercer misión, pero actualmente no se cuantifican en su totalidad estas evidencias.

Incentivos actuales

El mecanismo de evaluación de la productividad de los investigadores, es el ejemplo más claro de que el sistema de incentivos no está diseñado para fomentar la cooperación y la vinculación con el entorno, pues si bien existen algunos rubros que se refieren a este aspecto, en realidad es demasiado baja cuando se analiza la productividad global de los PUI's. Sin embargo, cuando se considera el tipo de proyectos que reciben financiamiento externo, se observa que están más orientados a contribuir a la solución de problemas del sector social, institucional y productivo.

Por otra parte, la cuantificación de la productividad de manera individual, inhibe la conformación de redes de investigación, pues aunque al final se emite una calificación por PUI en realidad se evalúa el desempeño individual, incluso si el responsable de proyecto dentro de un PUI es responsable en otro PUI no se cuantifica y sólo cuenta para la productividad de su mismo PUI.

De hecho la misma separación de los recursos destinados a I+D+i lleva a separar el proceso de generación y difusión del conocimiento.

4.6 Viabilidad del sistema de articulación propuesto

Existe un gran bagaje de literatura sobre el papel que debe jugar la universidad en el actual mundo globalizado y ante una alta demanda de conocimiento social y económicamente útil por parte de la sociedad.

De acuerdo a un estudio con profesores universitarios y sociedad en general, realizado por Lee, (1996), en los Estados Unidos, y que coincide con un estudio realizado en España por Azagra, (2003), se concluyó que los objetivos que la Universidad deberá plantearse hoy en día son:

1. Favorecer en la universidad una investigación orientada
2. Promocionar las invenciones patentables y desarrollos tecnológicos
3. Participación activa en el desarrollo económico de la región
4. Intensificar la comercialización de los resultados de la investigación académica

5. Incentivar las actividades de consultoría de la universidad para la empresa
6. Ofrecer ayuda para el despegue de nuevas empresas de base tecnológica
7. Estimular la inversión de capital en las empresas basadas en la investigación académica

La conclusión fue que la mayoría de los entrevistados estuvo de acuerdo con los cinco primeros, y también, la gran mayoría en desacuerdo con los dos últimos, ello porque implicaría dedicar una buena parte del tiempo a gestionar relaciones muy estrechas con el entorno y resta tiempo que bien podría dedicarse a la generación de investigación básica.

Ante estos nuevos escenarios y retos que se presentan, la principal institución en ciencias agropecuarias en México no puede pasarlos por alto, pues es la globalización con todos sus efectos, un hecho, y en ese sentido la UACH es parte de este proceso y debe tomar iniciativas tendientes a mejorar sus procesos de generación de conocimiento e incorporarse eficientemente al sistema.

Considerando el bajo posicionamiento de la investigación de la UACH en el exterior, así como los bajos impactos de las actividades de I+D+i y su baja articulación con los diversos actores del sistema de innovación agroalimentaria, son señales que debilitan y minan la presencia de la Universidad. Ante esto y

asumiendo de manera franca el papel de la universidad en *la generación de investigación*, recientemente se ha planteado la necesidad de emprender toda una “reingeniería” de la estructura de soporte a la investigación que se realiza actualmente por los PUI’s.

Entre los elementos empleados para justificar esta propuesta, se destaca el bajo presupuesto asignado a cada proyecto cuya probabilidad de incrementarlo sustancialmente en el corto plazo es baja, la interrogante sobre la calidad y trascendencia de la investigación generada, así como la baja incidencia en temas de actualidad. Se parte de reconocer que la UACH, cuenta con la infraestructura de soporte necesaria en algunas áreas para la realización de investigación básica y aplicada de frontera y con un reservorio de capital humano especializado y con amplia experiencia.

Considerando lo anterior, la idea principal de la nueva estructura de I+D+i propuesta, busca hacer más eficientes los recursos y elevar la utilidad de la investigación generada a partir de un reagrupamiento de PUI’s por afinidad temática en centros e institutos de investigación (Figura 4,16 y 4.8).

En la Figura 4.16 se muestra el nivel de interacción para el arreglo propuesto, en donde efectivamente, se aprecia que la articulación al interior de los institutos se fortalece pues aumentan las interacciones de 41 a 45.6% con respecto a las que se registraban en los PUI’s, mientras que entre institutos disminuye de tal manera que cada vez se promueve la especialización dejando de lado el aspecto multidisciplinario, aunque las interacciones con otros investigadores de la UACH que no están en PUI’s y tesisistas aumenta lo cual es un indicador que pues se busca por parte de los investigadores esa articulación

con otros actores diferentes a los institutos; finalmente la articulación al exterior es similar a la mostrada por los PUI's.

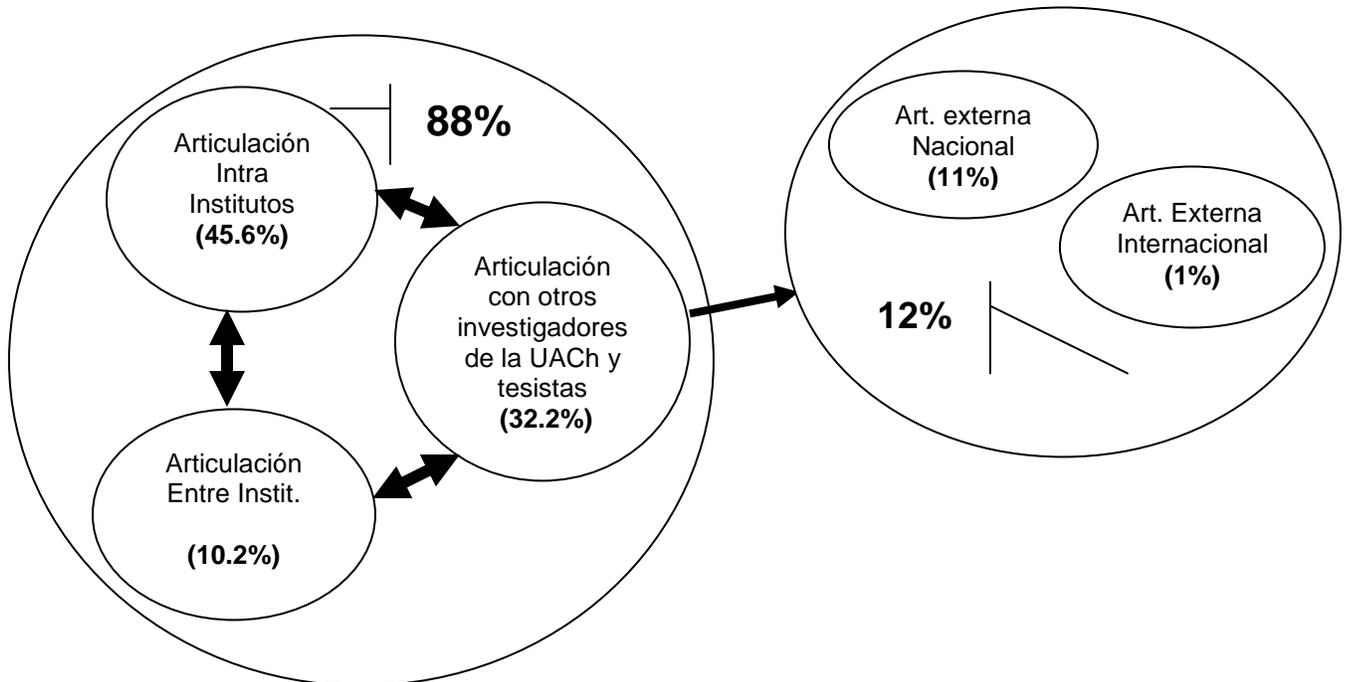


Figura 4.16. Nivel de articulación entre institutos, arreglo propuesto (%)

Fuente: Elaboración propia con datos de la DGIP, 2010

Otro elemento importante al considerar este nuevo agrupamiento de los PUI's en Institutos de investigación, es el hecho de que sólo formaliza las relaciones que de por sí, ya se venían dando, lo cual supone una concentración y mayor endogeneización en la especialización del conocimiento por instituto con baja promoción e incentivos para articularse al exterior. En el cuadro 4.7, se aprecia la predominancia de los departamentos que ya cooperaban y la baja incorporación de otras disciplinas.

Cuadro 4.7 Colaboración entre institutos, PUIS y DEIS

Instituto	PUIS	AGROECOLOG	AGROFOREST	cenema	C. REGIONAL	CIESTAAM	DICEA	DICIFO	DIMA	DGA	FITOTECNIA	ING. AGROINDUS.	INIFAP	IRRIGACIÓN	PARASITOLOG	PREPA. AGRIC	SOCIOLOGÍA	SUELOS	ZARIDAS	ZOOTECNIA	Deptos. involucrados
1. Instituto de investigación en ciencia animal	1,2,26				8.7						0.4				1	6.3	1			83	6
2. Instituto de horticultura	4,15,17,23,27				15	6	3	1			54	6				7	7			1	9
3. Instituto de ingeniería agrícola, biosistemas y uso integral del agua	14,25			0.2		0.3			33			42	1	17		7		0.2			8
4. Instituto de desarrollo rural y sustentabilidad	19,20,28,35	2			13	25	0	4		3	2	0.6			1	36	11				11
5. Instituto de ciencias ambientales	9,10,12,31	9	6		10		0.7	34		0.28	5			0.1	0.2	6		28		1	12
6. Instituto de economía y matemáticas aplicadas	33,34,36				0.6		63	0	3.5	2.63	6.6	4.9				19					8
7. Instituto de recursos genéticos y biotecnología	11,16,22				12			10		5	47	1				24	1			1	8
8. Instituto de biosistemas y desarrollo sustentable en zonas áridas	30																		100		1
9. Instituto de investigación en protección vegetal	18							1			1				97	1					4
10. Instituto de investigación en Educación agrícola	8				4		15	4		2				5		45	16	7			8
12. Centro de investigaciones en cultivos básicos y productividad de agroecosistemas	5,6,7				49		0.3		0.3		38				1.7	7	2			1	7
13. Centro de investigación en bioenergéticas																					
14. Centro de investigación en agroecología y agricultura orgánica	21,32	13			6		5				2					67		6			6

Fuente: Elaboración propia con datos de la DGIP, 2010

En la Figura 4.17 se muestran los resultados para los nuevos Institutos y Centros de investigación propuestos en términos de la relación entre el grado

de articulación resultante y la productividad. Los resultados muestran una relación positiva aunque débil entre estas variables. Sugiriendo que mientras más endógenas sean las relaciones entre miembros del instituto, la productividad tiende a incrementar, con lo que se está desincentivando la articulación al exterior de los institutos, lo cual se refleja en la tendencia negativa de la articulación intra institutos y la captación de recursos externos, pues mientras más se vinculan los investigadores al interior del instituto la captación de recursos externos tiende a disminuir.

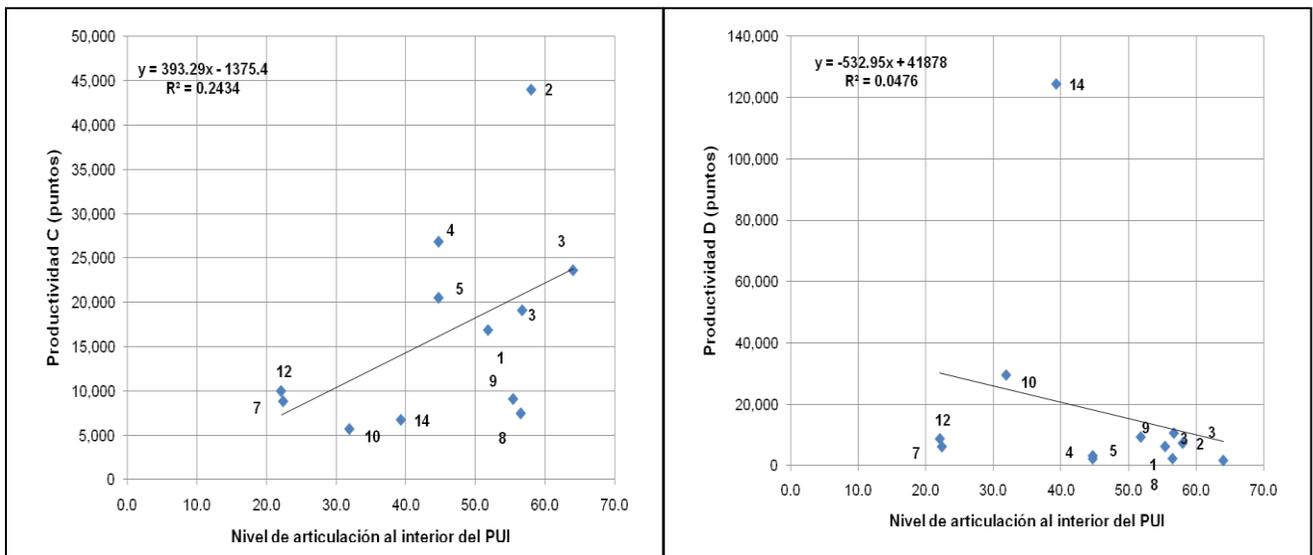


Figura 4.17 Articulación intra institutos y productividad

Fuente: Elaboración propia con datos de la DGIP, 2010

Al analizar la relación entre los investigadores en el SNI y la productividad de los nuevos institutos propuestos, (Figura 4.18) se aprecia una tendencia positiva y significativa para el rubro C de la productividad, así, en la medida que se incrementan los investigadores en el SNI se favorece la producción científica, lo

que sugiere una alta alineación de los requerimientos de CONACYT para la productividad de los SNI y los requerimientos de la DGIP para medir y cuantificar la productividad científica.

Adicionalmente, una mayor presencia o incremento de investigadores en el sistema, tiende a reducir la captación de recursos externos.

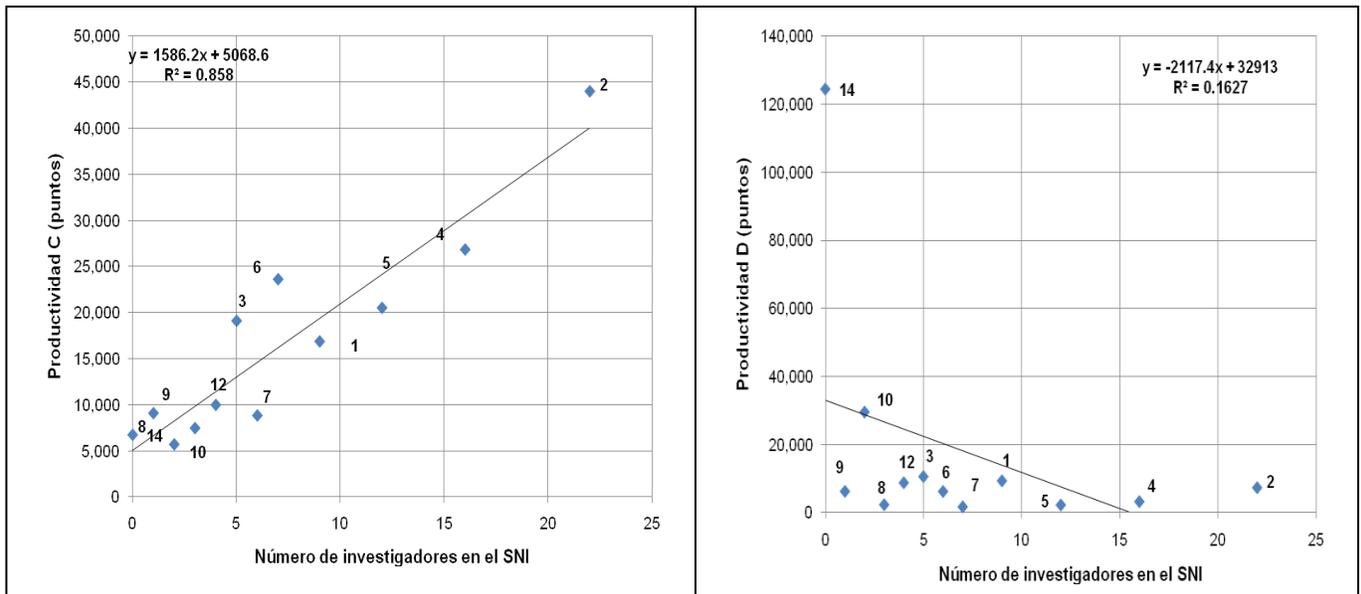


Figura 4.18 Investigadores en el SNI y productividad

Fuente: Elaboración propia con datos de la DGIP, 2010

La nueva propuesta para fortalecer la estructura de investigación en la UACH, si bien está considerando la adición de PUIS por temas afines, está dejando de lado un aspecto muy importante, en el sentido de que los PUIS se componen de personas y las personas son las que al fin de cuentas suman o restan en los procesos de colaboración para la generación de investigación.

Otro aspecto importante del nuevo arreglo es que desincentiva y resta importancia a la tercera misión de la Universidad, considerada hoy en día de las

más importantes dentro de la sociedad del conocimiento y se refiere a la transferencia de conocimientos hacia el sector productivo y que de acuerdo a los resultados se promueve lo contrario con el nuevo arreglo.

La necesidad de definir nuevas estructuras para la investigación debe considerar no sólo la afinidad temática de los PUI's o la eficiencia económica sino también hacia donde se quiere llegar y qué tipo de investigación se quiere y necesita generar con el nuevo arreglo, pues lo cierto es que los recursos seguirán siendo los mismos, la lógica de los investigadores similar y la asignación de recursos en proyectos atomizados igual, entonces la interrogante es, ¿Qué se busca con el nuevo arreglo?.

4.7 Conclusiones y recomendaciones

Ante la creciente evidencia y reconocimiento de la importancia del conocimiento e innovación como motor del desarrollo económico y social de las sociedades, éstas y sus dirigentes han puesto mayor atención y escrutinio en la red de actores donde se genera, intercambia y transfiere dicho conocimiento. Uno de esos actores lo constituye la Universidad. Se da por hecho que este actor tiene y debe cumplir con sus dos tradicionales misiones: la formación del capital humano y la realización de investigación básica como apoyo a la primera. Sin embargo, hoy en día, también se le está planteando con mayor insistencia el cumplimiento pleno de su tercera misión: la contribución al desarrollo económico y social de su entorno a través de la generación y transferencia del conocimiento a los actores productivos. Es decir, se le pide que contribuya a impulsar cambios basados en conocimientos que den lugar a la creación de riqueza y bienestar, esto es, a la innovación.

Dicha demanda se ha traducido en la implementación de múltiples iniciativas de estímulo al fortalecimiento de los lazos de las universidades con el resto de la sociedad. En la mayor parte de los países de la OCDE, por ejemplo, los gobiernos han puesto en marcha políticas de estímulo a la colaboración entre universidad y sector productivo, así como iniciativas para financiar infraestructuras universitarias con el objeto expreso de contribuir a la transferencia de los resultados de la actividad investigadora y docente al conjunto de la sociedad. El concepto de *tercera misión* es, sin embargo, un concepto amplio sobre cuya definición no hay pleno consenso. Así, para algunos la tercera misión es concebida como una fuente adicional de ingresos; para otros, la tercera misión es vista como una actividad de comercialización de tecnología; y finalmente está la visión según la cual la tercera misión es percibida como extensión universitaria y compromiso con la comunidad.

La Universidad Autónoma Chapingo (UACH) no ha estado ajena a este debate ni tampoco a las transformaciones que se han suscitado en el mundo

universitario. Sobre todo porque la UACH es, hoy por hoy, la universidad agrícola de mayor tradición en América, es la que recibe el mayor presupuesto fiscal de todo el sistema educativo y de investigación agropecuaria para cumplir sus funciones y es la que mayor número de profesionistas a nivel licenciatura y postgrado forma a nivel del país en la áreas de agronomía. En suma, es a la que en mayor medida se le está planteando la exigencia de que ponga el foco en su tercera misión. El debate interno se ha centrado en la conceptualización de lo que se debe entender por tercera misión.

A juzgar por los resultados de la presente investigación, en la UACH coexisten la tres visiones en torno a lo que en el mundo se le ha dado en llamar la tercera misión: así, es concebida como una fuente adicional de ingresos, como una actividad de comercialización de tecnología y como extensión universitaria y compromiso con la comunidad.

En efecto, considerando al cien por ciento de los recursos *internos y externos* que en la Universidad se operan año con año para realizar las funciones de investigación y servicio, resulta que el presupuesto interno destinado a estas funciones a través de los PUIS apenas representa el 4% del total y para ello se ha diseñado toda una Dirección General, además de los 34 Programas, cuya función es administrarlos, ejercerlos y evaluar su uso, pero para el 96% restante apenas sí existe una oficina que se limita a la formalización de los convenios y contratos con las fuentes de financiamiento externa, pero no existe un sistema de rendición de cuentas que permita valorar objetivamente el impacto que está teniendo (hacia el interior de la Universidad y hacia el exterior de la misma) la creciente captación de recursos externos.

Aunque el planteamiento anterior puede ser concebido como parte de un debate ideológico en torno al rol de la UACH con su entorno, en realidad da cuenta de la desatención que se le ha dado al tema de la tercera misión de la Universidad. Dos hechos dan cuenta de ello.

1. Los indicadores de productividad diseñados para evaluar a los PUIS indican que 67% de la productividad está referida a la participación en eventos científicos (28%), la publicación de tesis (23%) y artículos (16%), mientras que los rubros relacionados con el “impactos social y comunitario” y “la generación de patentes y desarrollos tecnológicos”, apenas representan el 3% de la productividad. Lo que estos indicadores *sugieren* es que la investigación realizada en la UACH está orientada a apoyar a la primera y la segunda misión –la enseñanza-, pero no a la tercera misión.
2. De la clasificación realizada para los proyectos ejecutados con recursos externos por el ámbito de impacto, resulta una clara orientación hacia la transferencia de tecnología (30%), la investigación aplicada (21%), la capacitación (10%) y la evaluación de programas y proyectos públicos (25%). En el caso de los PUIS, más del 80% de los proyectos son para realizar investigación básica y aplicada.

En base a estos resultados, bien se puede afirmar que en realidad los fondos internos y externos son complementarios y que la dicotomía que suele plantearse entre investigación básica y aplicada, es más ideológica que real.

El no plantear el debate en torno a estos elementos, está llevando a la Universidad a formular reformas (como la creación de nuevos institutos y centros) que sólo refuerzan la visión lineal de la ciencia y tecnología, ello a pesar de la creciente evidencia científica y empírica en el sentido de que la creación de conocimiento e innovaciones es resultado de complejas interacciones entre varios agentes, las que incluyen varias líneas de retroalimentación que ocurren en cualquier etapa del proceso de creación del conocimiento y su aplicación. En efecto, se ha demostrado que más que un proceso lineal, la creación de conocimiento e innovaciones está representada por una compleja red en forma de telaraña en la que algunos agentes aportan

recursos económicos (nodo financiador), otros generan información y conocimientos (nodo investigador), otros la adaptan e incorporan para la producción de bienes comerciables en forma de maquinaria, equipo e insumos (nodo proveedor o transformador), otros la difunden o facilitan el aprendizaje con fines de adopción (nodo transferidor o facilitador), y otros finalmente la adaptan, la aplican y generan nuevo conocimiento o demandas a la red (nodo agricultor o ganadero).

Así, no obstante lo anterior, el 88% de las interacciones que ocurren en las redes de conocimiento e innovación de la UACH se dan entre investigadores de la misma universidad, lo cual parecería sugerir un aislamiento con el resto de los actores del Sistema Nacional de innovación Agroalimentaria, en particular con el sector productivo. Sin embargo, los resultados generados en la presente investigación, aportan la suficiente evidencia para suponer que mientras los recursos internos destinados a la investigación a través de los PUIS contribuyen a aumentar la *densidad de la nube de conocimiento*, los proyectos con recursos externos contribuyen a *generar lluvia tecnológica*. Es decir, en realidad se están complementando, lo cual significaría que la UACH está en el camino de cumplir con la tercera misión que tanto se le cuestiona hoy en día a las Universidades.

En virtud de lo anterior, se recomienda que más que seguir debatiendo y proponiendo una nueva estructura orientada a reforzar las inercias que se pretenden eliminar, como la escasa interacción con el entorno y la baja trascendencia de la investigación apoyada con recursos internos, debiera partirse por reconocer la importancia de diseñar los incentivos y los mecanismos orientados a fomentar la interacción entre las diversas disciplinas, con la comunidad científica nacional e internacional, y con el sector productivo como fuente de información para darle mayor pertinencia a la investigación, y no sólo como una fuente más de recursos externos.

La UACH padece las mismas deficiencias que aquejan al SNIA en su conjunto: cuenta con las estructuras internas que financian (DGIP y la DGDC), generan (PUIS y DEIS), transfieren (UGST) o vinculan a la Universidad (Comité de Servicio Universitario e investigadores que ejecutan proyectos con recursos externos), pero todas ellas están desarticuladas por cuestiones que se relacionan más con aspectos de carácter ideológico que se encuentran muy alejado de lo que en realidad está ocurriendo en la propia UACH y esto finalmente lleva a plantear nuevas estructuras con la misma lógica y naturaleza que las anteriores, quizás porque no se ha analizado a la UACH como parte de un sistema en el que está inmersa y se insiste en analizarla de manera aislada y de ahí su baja contribución hasta hoy.

Literatura citada

- Abramovitz, M. 1989. Thinking about Growth, Cambridge.
- Amendola, M Y Gaffard, J.L. (1988). Out of equilibrium, Oxford: Clarendon Press.
- Azagra, C. J. 2003. La contribución de las universidades a la innovación. Universitat de Valencia. Tesis doctoral.
- Baumol, W.J., Nelson, R.R y Wolf, E. (Eds). 1994. Convergence of productivity. Cross National Studies and historical evidence, Oxford University Press.
- Boyer R. y Jouillard, M. 1992. The New Endogeneous Growth Theory versus a Productivity Regime, Paris, CEPREMAP.
- Branscom, L.M. y R. Florida. 1999. Challenges to Technology Policy in a Changing World Economy. En Branscomb, L.M. y J.H. Keller (eds.). Investing in Innovation: reating Research and Innovation Policy that Works. The MIT Press, Cambridge Massachusetts.
- Casas, R., de Gortari, R. y Santos, M.J. 2000. The Building of Knowledge Spaces in Mexico: A Regional Approach to Networking, Research Policy, vol. 29, pp. 225-241.
- Casas, E. y Martínez, G. 2009. Las Ciencias Agrícolas Mexicanas y sus Protagonistas. Primera edición. Editorial Mundi Prensa. México D.F. (277 p.)
- David, P.A., Mowery, D.C., Steinmueller, W.E. 1994. University-Industry Research Collaborations: Managing Missions in Conflict. Conference University Goals, Institutional Mechanisms and the industrial transferability of research, CEPR, Stanford University, Stanford, C.A.
- Etzkowitz, H. and Leydesdorff, L. 2000. The dynamics of innovation: from national system and Mode 2, to a triple Helix of academy-industry-government relations. Research Policy 26: 109-123
- Edquist, 1997. Systems of Innovation: Technologies, institutions and Organisation. Pinters

- Ekboir, J., Parellada, G. 2000. Algunas reflexiones respecto a los sistemas de innovación en la era de la globalización. Documento de trabajo No. 9. CIMMYT, México.
- Edquist, C. 1997. Systems of innovation. Technologies. Institutions and organizations. London and Washington, Pinter.
- Echeverría, R.G. 1998. Will Competitive Funding Improve the Performance of Agricultural Research? Documento de trabajo No. 98-16, La Haya:ISNAR.
- Freeman, C. y Perez, C. 1988. Structural crises and adjustment, business cycles and investment behavior. En Dosi, G., et.al. (Eds.). Technical Change and economical theory (pp. 38-66). London y New York.
- Fagerberg, J. 1988. Why growth rates differ. En Dosi, G. et.al (eds). Technical Change and Economic Theory. Great Britain: Pinter publishers Ltd.
- Freeman, C. 1987. Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan, London: Pinter Publishers.
- Freeman, C. 1994. The economics of technical change: a critical survey article. Cambridge Journal of economics. 18. 463-514.
- Gill, G. y D. Carney. 1999. Competitive Agricultural Technology Funds in Developing Countries. Natural Resource Perspectives, No. 41, UK:ODI.
- Grediaga, R. 2008. La Universidad en México en el 2030. Imaginando futuros. Tercer encuentro, auto estudio de las Universidades públicas mexicanas. México, D.F.
- Huffman, W. y R.E. Just. 2000. Setting efficient incentives for agricultural research: lessons from principal-agent theory. American Journal of Agricultural Economics 82(4):828-841.
- Jiménez, S.L. 1996. Medio Siglo de Investigación Agrícola en México: Avances, Retrocesos y Nuevos Retos. Posibilidades para el Desarrollo Tecnológico del Campo Mexicano. Solleiro J.L., del Valle

- Jorgenson, D. Y Griliches Z. 1967. The explanation of productivity change. The review of economics studies. 34 (3). Pp. 249-283.
- Katz, J. 2001. Structural Reform and Technological Behaviour. The Sources and Nature of Technological Change in Latin America in the 1990s, Research Policy, 30:1-19.
- Koschatzky, 1997. Innovative Regional Development Concepts and Technology based firms. En: Koschatzki (Ed) Technology based firms in the innovations process. Management financing and regional networks. Physica Verlag.
- Lee, Y.S. (1996). Technology transfer and the research university: a search for the boundaries of university-industry collaboration. Research Policy, 25, 843-863
- Lundvall, B.A. 1992. National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. Londres: Pinter Publisher.
- Maloney, W.F. Salabagaster, E. 2009. Modelos de Innovación y lecciones internacionales para México. Banco Mundial.
- Metcalfe, J.S. 1993. The economic foundation of technology policy : equilibrium and evolutionary perspective. University of Manchester. Draft paper.
- Monge, M.P., Hartwich, F. 2008. Análisis de redes sociales aplicado al estudio de los procesos de innovación agrícola. Instituto Internacional de Investigación sobre Política Alimentaria, IFPRI. Revista hispana para el análisis de redes sociales. Vol 14. No. 2. (1-31)
- Molina, José Luis y Marsal, Montserrat (2005). *La gestión del conocimiento en las organizaciones*. www.librosenred.com
- Muñoz, R.M., 2010. Propuesta de la Universidad Autónoma Chapingo para Contribuir a la “Articulación de la Red Nacional de Conocimiento e Innovación Agroalimentaria y Rural” RNIAR. Documento en discusión.
- Muñoz, R.M., Altamirano C.J.R., Aguilar, A.J., Rendón M.R., García M.J.G., Espejel G.A. 2007. Innovación: Motor de la Competitividad

Agroalimentaria – Políticas y Estrategías para que en México ocurra-
Universidad Autónoma Chapingo.

Navarro, M. 2001. Los Sistemas Nacionales de Innovación- una revisión de literatura. Instituto de Análisis Industrial y Financiero. Documento de trabajo No. 26.

Nelson, R.R. y Winter, S.G. 1982. An evolutionary Theory of economic change, Cambridge: Belknap Harvard.

Nelson, R.R. y Rosemberg, N. 1993. Technical innovation and national systems. En Nelson R.R. (Ed). National systems and innovation. A comparative study (pp-3-21). Oxford. Oxford University.

Nelson, R. (ed.). 1993. National Innovation Systems, A Comparative Analysis, New York: Oxford University Press.

OCDE. 1999. Managing National Innovation Systems, Paris.

OCDE, 1996. The Knowledge based Economy, OCDE/GD (96) 102, Francia.

Patel ,P. y Pavitt, P. (1995): “Patterns of technological activity” en Stoneman, P. Handbook of the economics of innovation and technical change, Oxford y Cambridge: Blackwell

Porter, M. 1990. The comparative advantage of Nations. Free Press and McMillan

Radjou, Navi (2004). Innovation networks: a new market structure will revitalize invention-to-innovation cycles. www.forrester.com

Radjou, Navi y Lussanet, Michelle (2006). “A quantitative evaluation of 26 nations in four global innovation competencies”. The Forrester Wave: National Innovation Networks, Q4,

Romo, M., D. 2006. El impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de México, en Cabrero, Valadez y Ayllón. Coordinadores.

Salter, A.J. and Martin, B.R. (2001): The economic benefits of publicly funded basic research: a critical review. Research Policy 30: 509-532

Tapia, N.A. 1997. Agricultura: Empresas Proveedoras y Agroindustrias, en Cien empresas Innovadoras en México, (Leonel Corona Treviño, coordinador). Ed. M.A. Porrúa–UNAM, pp:183-198, México.

Triomphe, B., Jourdain, D., Arreola Tostado, J.M. y Escoto Ramírez, H. 2001. Towards large-scale adoption of no-tillage in Central Mexico: A Participatory, Multi-institutional Approach to Technology Development and Diffusion. Trabajo presentado en el Primer Congreso de Agricultura Conservacionista, 1-5 de octubre, Madrid, España

Verspagen, B. 1991. A new empirical approach to catching up or falling behind. Structural Change and economic dynamic, 2. Pp 359-380.

Paginas en internet

Reglamento de los Programas Universitarios de Investigación y Servicio (PUI's), consultado en <http://www.chapingo.mx/dgip/?link=catalogo> en enero del 2010

Reglamento de la Comisión de Subdirectores de Investigación (COSI), consultado en <http://www.chapingo.mx/dgip/> en marzo del 2010

<http://es.wikipedia.org> (consultada en febrero del 2010)

http://www.conacyt.mx/SNI/Index_SNI.html (consultada en mayo del 2010)

http://www.anuies.mx/servicios/e_educacion/index2.php

http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/PEF_2010.pdf

V Análisis del Sistema Regional de Innovación en la cadena leche del Valle del Mezquital, Hidalgo⁹

Analysis of the Innovation System in the chain of milk in el Valle del Mezquital Hidalgo

Espejel García Anastacio¹⁰, Muñoz Rodríguez Manrrubio¹¹, Cervantes Escoto Fernando¹², Altamirano Cárdenas J. Reyes¹³

Resumen

El objetivo de este trabajo fue analizar el sistema de innovación en la cadena bovinos leche en el Valle del Mezquital, Hidalgo, considerando la articulación de los distintos actores y el análisis de la situación actual de la innovación así como su contribución a la rentabilidad de la producción primaria. Se aplicó una entrevista a encargados de las principales instituciones del sector agroalimentario del Estado para analizar la articulación de los grandes actores; se aplicó un cuestionario a 66 productores de leche de donde se obtuvo el nivel de adopción de innovaciones y la rentabilidad de las unidades de producción entre otras variables. Se encontró un alto nivel de articulación de los diferentes actores que configuran la red de innovación, sin embargo, existe baja presencia de las universidades y de los centros de investigación, sólo el 0.5% de las prácticas adoptadas han sido promovidas por estas instituciones, la Comisión Estatal de la Leche (CEL) ha tenido influencia sobre el 10.2% de las innovaciones adoptadas, como resultado de estas innovaciones se ha logrado la mejora del precio y de la calidad de leche; por otra parte, el 29.8 % de los productores aprenden por experimentación propia. Las variables que más influyen en la rentabilidad, son la superficie sembrada con alfalfa y el número de vacas en ordeña ($p < 0.05$), el potencial lechero de la región es del 85%; el 71% de los productores obtiene ganancias, mientras el 29% presenta pérdidas, con una relación beneficio costo de 1.7 y 0.8 respectivamente.

Palabras clave: sistema de innovación, articulación, rentabilidad

⁹ Enviado a la Revista Técnica Pecuaria México.

Corresponde a una parte de la tesis final para obtener el grado de Doctor en Problemas Económicos Agroindustriales

¹⁰ Candidato a Doctor del Programa de Doctorado en Problemas Económicos Agroindustriales del Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM). Universidad Autónoma Chapingo, CP. 56230. México. anastacio.espejel@gmail.com

¹¹ Tutor de la tesis y profesor investigador del Programa de Doctorado en Problemas Económicos Agroindustriales del CIESTAAM - Universidad Autónoma Chapingo

¹² Asesor de la tesis y profesor investigador del programa del Programa de Doctorado en Problemas Económicos Agroindustriales del CIESTAAM - Universidad Autónoma Chapingo

¹³ Asesor de la tesis y profesor investigador del programa del Programa de Doctorado en Problemas Económicos Agroindustriales del CIESTAAM - Universidad Autónoma Chapingo

ABSTRACT

The aim of this work was the analysis of the innovation system in the chain bovine milk in El Valle del Mezquital Hidalgo, considering the joint of the different actors and the analysis of the current situation of the innovation as well as his contribution to the profitability of the primary production. An interview was applied to analyze the joint of the big actors and a questionnaire to 66 producers of milk where from there was obtained the level of adoption of innovations and the profitability of the units of production between other variables. One found a high level of joint of the different actors that they form of the network of innovation, nevertheless, there exists low presence of the universities and of the centers of research, only 0.5 % of the adopted practices has been promoted by these institutions, the CEL has had influence on 10.2 % of the adopted innovations, principally in the improvement of the price and of the quality of milk, 29.8 % of the producers learns for own experimentation. The variables that more influence the profitability are the surface sowed with alfalfa and the number of cows in milks ($p < 0.05$), the dairy potential of the region is 85 %; 71 % of the producers obtains positive utilities, while 29 % obtains negative utilities with a relation benefit/cost of 1.7 and 0.8 respectively.

Key words: system of innovation, joint, profitability

5.1 Introducción

Desde finales de la década de los noventa, se han venido dando una serie de modificaciones sustanciales en el ámbito de la investigación, innovación y transferencia de tecnología, entre las que se pueden mencionar, 1) la creación de las Fundaciones Produce como organizaciones de productores dotadas de capacidades para ejercer influencia en la asignación de recursos a proyectos de investigación y transferencia de tecnología (ITT), 2) la creación de programas de extensionismo y 3) el desarrollo de mecanismos de financiamiento competidos para la investigación y la transferencia de tecnología. Desde 1996, se estableció el Subprograma de Investigación y Transferencia de Tecnología (SITT) el cual es operado hoy en día por las 32 Fundaciones Produce, con la creación de éstas se dio la concurrencia de productores, estados, federación y en menor medida centros públicos y privados e instituciones de enseñanza e investigación, Ekboir (2006), en el 2001 se crea al Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología (SNITT), cuya función es proponer las políticas públicas en apoyo a la investigación e innovación para el desarrollo rural sustentable.

La metodología de redes de innovación¹⁴ se plantea como una alternativa viable que permita dinamizar a los actores, considerando los recursos locales existentes y las potencialidades de la región; una red de innovación puede

¹⁴ El concepto de innovación ha sido definido por diversos autores de formas muy variadas, sin embargo, todos ellos coinciden en que es uno de los factores más determinantes y de mayor influencia en la competitividad de las cadenas agroalimentarias, de tal manera que para este estudio se entiende por -innovación a todo cambio basado en conocimiento que genera valor-.

definirse como la unidad básica de los sistemas de innovación¹⁵, de tal manera que su forma y dinámica pueden revelar algunas cuestiones clave para entender los procesos de organización y gobernanza de los sistemas, Radjou (2004). Los elementos básicos¹⁶ de una red de innovación tienen que ver con los siguientes componentes (Radjou, 2006; Adner, 2006): nodo investigador, financiador, transformador, transferidor, productor y orquestador, elementos básicos que deben existir en una red.

México ocupa el lugar trece a nivel mundial, con 10 mil millones de litros; sin embargo, el país es deficitario en un 33%, la cual se importa de Nueva Zelanda, Australia y Estados Unidos, principalmente como leche descremada en polvo (SIAP, 2007). El Estado de Hidalgo ocupa el octavo lugar, con una producción de 1.35 millones de litros por día, 63% de los cuales se produce en el Valle del Mezquital y en el de Tulancingo bajo un sistema predominantemente familiar, el otro sistema es del tipo intensivo localizado en la cuenca de Tizayuca dentro del mismo Estado y contribuye con el 33% de la producción estatal, el 4% restante lo aportan otras regiones de la entidad (CEL, 2006). El Valle del Mezquital aporta el 37% de la producción estatal, de la cual el 80% la aporta el 99.5% de los productores llamados del “sector social” y, el 20% restante, lo aporta el

¹⁵ Red de actores que incluyen productores, empresas, universidades, centros de investigación, institutos tecnológicos, centros de capacitación, organizaciones intermedias de apoyo a la actividad empresarial e instituciones financieras. Que interaccionan y contribuyen a la producción, difusión y uso de conocimiento social o económicamente útil.

¹⁶ **Nodo investigador**, cuyo papel está centralizado en la realización de investigación básica y aplicada; **nodo financiador**, encargado de proveer los fondos para que los inventores, transformadores, empresarios, transferidores y articuladores desempeñen su papel en la red de innovación; **nodo transformador**, capturan y compran las ideas y conocimientos de los investigadores, empresarios y agricultores, las someten a una serie de procesos de validación y transformación hasta llegar a la generación de bienes y servicios con valor de uso y de cambio; **nodo transferidor/difusor**, asumen la función de identificar, familiarizarse y diseminar el conocimiento, bienes o servicios a nivel de los diferentes actores que demuestren interés y necesidad de adoptarlos con el propósito de generar valor; **nodo Ganadero**, es quien adopta e incorpora los conocimientos al proceso productivo y comercial con el propósito de crear riqueza y finalmente **nodo Orquestador u articulador**, es el actor que identifica la oportunidad, reúne y coordina a los demás actores de la red para dar lugar a una articulación fuerte y novedosa de recursos (tangibles e intangibles) que hacen posible la innovación a nivel de los procesos productivos, comerciales y agroindustriales.

0.5% de productores con mayor nivel tecnológico; la región representa el 40% de la superficie del Estado y el 66% de la superficie irrigada y se cultiva principalmente maíz forrajero, alfalfa y hortalizas; la producción de leche en la región ha ganado importancia a partir del proceso de reconversión de los terrenos cultivados con hortalizas hacia la producción de forrajes. Con base en lo anterior, esta investigación tiene como objetivo, analizar el sistema de innovación, considerando la articulación de los principales actores y el análisis del estado actual de innovación, así como su influencia en la rentabilidad de la producción primaria.

5.2 Materiales y Métodos

5.2.1 Región de estudio

El presente estudio se desarrolló en la región denominada, Valle del Mezquital, en el estado de Hidalgo, principalmente en los municipios con mayor dinámica en la producción de leche y de acuerdo a la base de datos de la CEL concentra el 48% de los productores, dichos municipios son: Actopan, Ixmiquilpan y San Salvador .

La región se ha perfilado como la principal cuenca lechera del Estado, debido a la alta disponibilidad de forrajes, principalmente alfalfa, impulsado por el aumento en la superficie de tierras con riego; segunda tiene que ver con el dinamismo de la actividad lechera, el cual ha permitido el desarrollo de la ganadería tipo familiar. Ambos sistemas (familiar e intensivo) presentan dinámicas e interacciones con distintos actores a lo largo de la cadena, pero al

final están insertados en el mismo territorio aprovechando y compartiendo los recursos naturales disponibles y las ventajas que esto genera.

5.2.2 Objeto de estudio

Debido a que esta investigación se planteó con un enfoque de red, los actores a analizar son diversos; en un primer momento se entrevistó a los representantes o directivos de los principales organismos gubernamentales y privados: Fundación Produce, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) y proveedores diversos, con la finalidad de analizar los programas y estrategias que estos tienen en apoyo y fomento a la innovación.

En segundo momento y a la par de analizar el panorama estatal y regional de políticas de fomento a la innovación, se aplicó una encuesta a productores de la región de estudio, con la finalidad de analizar las innovaciones que actualmente están realizando en su unidad de producción y evaluar el grado de articulación del sistema, así como el desempeño económico del mismo.

5.2.3 Selección de actores

En una primera etapa se realizó un muestreo dirigido, para el mapeo de los grandes actores que están involucrados en la generación y difusión de innovaciones, con la finalidad de conocer los mecanismos, programas y estrategias mediante los cuales generan y transfieren innovaciones a la cadena.

Para la selección de productores, se tomó como referencia, la base de datos que proporcionó la CEL, con esta información se seleccionaron los municipios con mayor dinamismo en la actividad lechera y en donde se concentra el 48% de los productores de leche de la cuenca, dichos municipios corresponden a Ixmiquilpan, Actopan y San Salvador.

Se conformó un marco muestral y se aplicó un muestreo simple proporcional (ecuación 1) debido a que sólo se contó con el nombre de los productores. La precisión usada fue de 0.1 con una confiabilidad del 95%, resultando un tamaño de muestra de 66 productores de un total de 211, los cuales se seleccionaron aleatoriamente.

$$n = \frac{NZ^2 pq}{d^2(N-1) + Z^2 pq} \dots\dots\dots$$

Ecuación 1

Donde:

n= Número de productores a encuestar

N= Número total de productores

d = Precisión (expresada en proporción): 10%= 0.1

Z= Para poblaciones mayores a 100, la confiabilidad se puede estimar con base a los siguientes valores: 95% = 1,96; 90%=1.64.

p=0.5

q= 0.5

Para poblaciones menores a 100, recurrir a los valores de la tabla de porcentajes de la distribución t de Student.

5.2.4 Variables de análisis

La evaluación del Sistema Regional de Innovación (SRI) se realizó tomando en consideración que se alude a un conjunto de organizaciones que, dentro de un determinado ámbito geográfico, interactúan entre sí, con la finalidad de asignar recursos a la realización de actividades orientadas a la generación y difusión de los conocimientos sobre los que se soportan las innovaciones que están en la base del desarrollo económico de los productores. Los indicadores y sus variables se muestran a continuación (cuadro 5.1):

Cuadro 5.1 Niveles de análisis del estudio

Primer nivel de análisis	
Variable	Indicador
Articulación de los actores clave	Grado de articulación de la red, a saber: reconocimiento, conocimiento, colaboración, cooperación y asociación.
Segundo nivel de análisis	
Dinámica de innovación	$I_{nai} = \sum (\text{Innovaciones realizadas por productor } i / \text{Máximo número de innovaciones adoptadas por el productor } j) * 100$
Fuentes de innovación	$FI = \sum \text{Fuentes de innovación por productor} / \text{Número total de fuentes de todos los productores} * 100$
Tercer nivel de análisis	
Rentabilidad de las unidades de producción	Relación beneficio costo

Fuente: Elaboración propia

5.2.5 Análisis de la información

Para el caso de los indicadores de innovación y redes, se consideró la metodología propuesta por Muñoz *et-al*, (2004). Para ello se construyeron

indicadores de adopción de innovaciones y rapidez de adopción de innovaciones para los productores.

Para el análisis de las innovaciones se partió de 53 prácticas¹⁷ que un productor de leche podría estar realizando, las cuales se definieron considerando los sistemas de producción existentes en el país. Posteriormente se filtraron¹⁸ las prácticas para detectar las 20 de mayor adopción con lo que se definieron cinco prácticas que de acuerdo al análisis se consideran las innovaciones que mayor impacto y adopción han tenido en la producción de leche así como en la rentabilidad y son las que diferencian el sistema.

Para el cálculo del indicador de adopción de innovaciones, se asignó un puntaje a cada una de las innovaciones dentro de cada una de las siete categorías¹⁹ en las que se agruparon, con la finalidad de obtener un valor ponderado de acuerdo a la importancia de cada innovación dentro de cada categoría.

Se calculó un indicador de rentabilidad, el cual se construyó sumando los ingresos por la venta de leche menos todos los costos de producción de leche con la finalidad de estimar la utilidad neta de cada productor y conocer su

¹⁷

1. No diferencia estado fisiológico, 2. Forraje y concentrado por separado, 3. Dietas integrales, 4. Alimentación con carro mezclador 5. Alimentación con ensilado, 6. Monta directa, 7. Inseminación artificial, 8. Diagnóstico de gestación por ultrasonido, 9. Semen sexado, 10. Trasplante de embriones, 11. División de embriones, 12. Raza cruzada, 13. Raza especializada, 14. Selección de semental por el proveedor, 15. Selección semental productor, 16. Selección semental asesor, 17. Cría reemplazos, 18. Compra reemplazos, 19. Prueba de brúcela y tuberculosis, 20. Diagnóstico de heces, 21. Calendario de vacunación, 22. Certificado de hato libre, 23. No pertenece a centro de acopio, 24. Pertenece a tanque colectivo, 25. Pertenece a tanque individual, 26. Integrado a agroindustria, 27. Produce y procesa leche, 28. Ordeño manual, 29. Ordeño mecánico línea, 30. Ordeño mecánico espina de pescado, 32. Ordeño mecánico carrusel, 33. Ordeño una vez por día, 34. Ordeño dos veces por día, 35. Ordeño tres veces por día, 36. Excretas directo al terreno, 37. Compostea excretas, 38. Posee biodigestor, 39. Produce biogás, 40. Administración, 41. Administración lineal, 42. Administración funcional, 43. Registros de producción y reproducción, 44. Registros manuales, 45. Registros electrónicos, 46. Registros para toma de decisiones, 47. Análisis de calidad de leche, 48. Análisis pagados por el cliente, 49. Análisis pagados por el productor, 50. Asistencia técnica, 51. Asesoría técnica general, 52. Asesoría técnica de un programa, 53. Asesoría técnica pagada por el productor,

¹⁸

El filtro consistió en la depuración de prácticas de acuerdo al nivel de adopción de éstas en la región y a la frecuencia, se eligieron las de mayor adopción en la producción de acuerdo con la revisión de documentos especializados en cuanto a la producción de leche.

¹⁹ Las prácticas se agruparon en siete categorías, a saber: Nutrición, reproducción, genética, sanidad, integración a centros de acopio, administración y asistencia técnica. Cada una de las siete categorías recompone de varias prácticas a las cuales se les asignó un valor de acuerdo a la importancia e innovación de cada una, por ejemplo, la categoría de reproducción esta compuesta por seis prácticas como lo son: monta directa (0), inseminación artificial (1), diagnóstico de gestación por ultrasonido (2), semen sexado (2), trasplante de embriones (3), división de embriones (4), los valores se asignaron de acuerdo al nivel tecnológico e importancia que representa cada práctica.

posición competitiva actual y la relación con el indicador de adopción de innovaciones.

Se realizaron análisis descriptivos de variables seleccionadas, así como análisis de correlación y regresión.

5.3 Resultados

5.3.1 Perfil de los productores

En este estudio se encontró que los productores de leche del Valle del Mezquital se caracterizan por poseer un nivel promedio de estudios de segundo año de secundaria, once años de experiencia en la producción de leche y 43 años de edad.

Son productores integrados a centros de acopio de leche, ya sea como proveedores o como socios del grupo, con un promedio de 10 vacas en producción y rendimientos de 15.8 litros por vaca por día; en cada uno de los centros de acopio existe un técnico cuya función es monitorear la calidad y conjuntamente con el consejo de administración negociar el precio de la leche con el comprador.

Poseen equipos de ordeña desde portátiles hasta los llamados de línea, con salas de ordeña semi-equipadas pero funcionales para el sistema; la alimentación del ganado se basa en alfalfa, concentrado y en menor proporción silo; la inseminación artificial predomina sobre la monta.

Dos elementos caracterizan la actividad lechera en la región: primero, la elevada disponibilidad de agua a costo muy bajo, la cual es utilizada para la

producción de alfalfa y maíz forrajero principalmente; segundo, soporte brindado por la CEL para fijar el precio de venta de la leche con los industriales, lo cual da garantía al productor y certidumbre al industrial sobre el precio y la calidad de la leche, respectivamente.

Poseen 5.2 ha en promedio, de las cuales 2.9 se destinan para siembra de alfalfa y las 2.3 ha restantes se dividen en maíz para grano y forraje; aunque son productores con hatos pequeños y poca superficie, el 87% de sus ingresos lo obtienen de la actividad y sólo un 41% de los productores tiene otra fuente de ingresos.

Con la finalidad de analizar la articulación que se da entre los distintos actores que existen en el Estado, se realizaron entrevistas para detectar las relaciones o vínculos que establece el ganadero con fines de innovación (Figura 5.1).

Del total de productores entrevistados que han adoptado al menos alguna buena práctica, el 76% de estas han sido influenciadas por los asesores del programa DPAI y sólo un 5% de productores menciona que ha recibido algún curso por parte de alguna institución de enseñanza o instituto de investigación. Mientras que la asesoría por parte de técnicos particulares también es considerable, pues el 72% de los productores recibe o ha recibido asesoría por este actor.

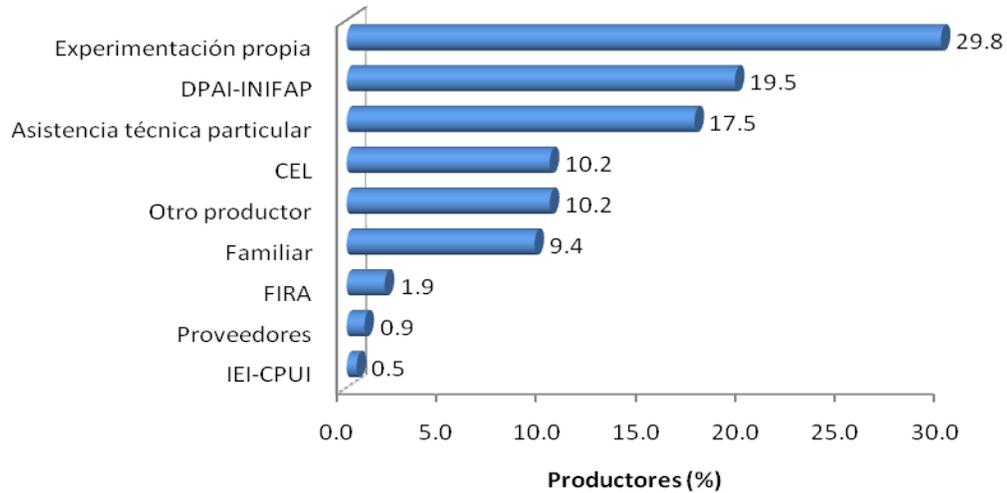


Figura 5.1 Fuentes de innovación en la cadena bovinos leche del Valle del Mezquital

Fuente: Encuesta a productores de leche, 2007.

Con respecto al papel de los centros de investigación, su incidencia e impacto apenas lo perciben directamente los productores. En el principal centro de investigaciones del estado, INIFAP, no existen especialistas en el tema de la lechería y por lo tanto no hay investigaciones relacionadas con el tema. En el año 2007 la Fundación Produce financió un estudio que aborda la problemática de la cadena de manera amplia y es ejecutado por personal de distintos centros del Instituto. Sin embargo, el INIFAP fue el creador del modelo GGAVATT, bajo el cual opera el DPAI y en el que el gobierno contrata asesores técnicos que son capacitados por personal del instituto.

Por el lado del financiamiento, un 69% de los productores ha recibido algún apoyo por parte del gobierno, principalmente para la adquisición de ordeñadoras mecánicas y maquinaria agrícola, mientras sólo un 8% de los productores ha recibido algún tipo de crédito.

Con base a los vínculos mencionados por el productor, en la Figura 5.2 se puede decir que existen dos círculos virtuosos: el primero está formado por el nodo financiador (gobierno) que subsidia al productor para la adquisición de los tanques de enfriamiento, equipo de laboratorio y de monitoreo de calidad para los centros de acopio, equipos y salas de ordeño además del apoyo en capacitación, asistencia técnica y transferencia de tecnología.

El segundo está formado por la CEL en su calidad de reguladora de precios entre la industria y el 95% de los productores integrados a centros de acopio colectivos.

Debido al papel desempeñado por estos actores, se puede decir que la articulación entre los distintos actores que participan en el sistema de innovación es fuerte principalmente por el papel que la CEL ha desempeñado y, a pesar de estar limitada en capital humano y económico ha logrado hacer converger y llevar a los productores de leche distintos programas que han fortalecido la producción de leche.

Vínculos débiles se aprecian entre la Fundación Produce como financiador de proyectos al INIFAP, con lo cual este se vincula directamente poco con el productor. Por otra parte, está el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA), que de cierta manera ha tenido mayor vinculación con los productores, debido posiblemente a la localización regional de este y por otra parte a que los productores son una fuente de realización de prácticas y pruebas para la academia.

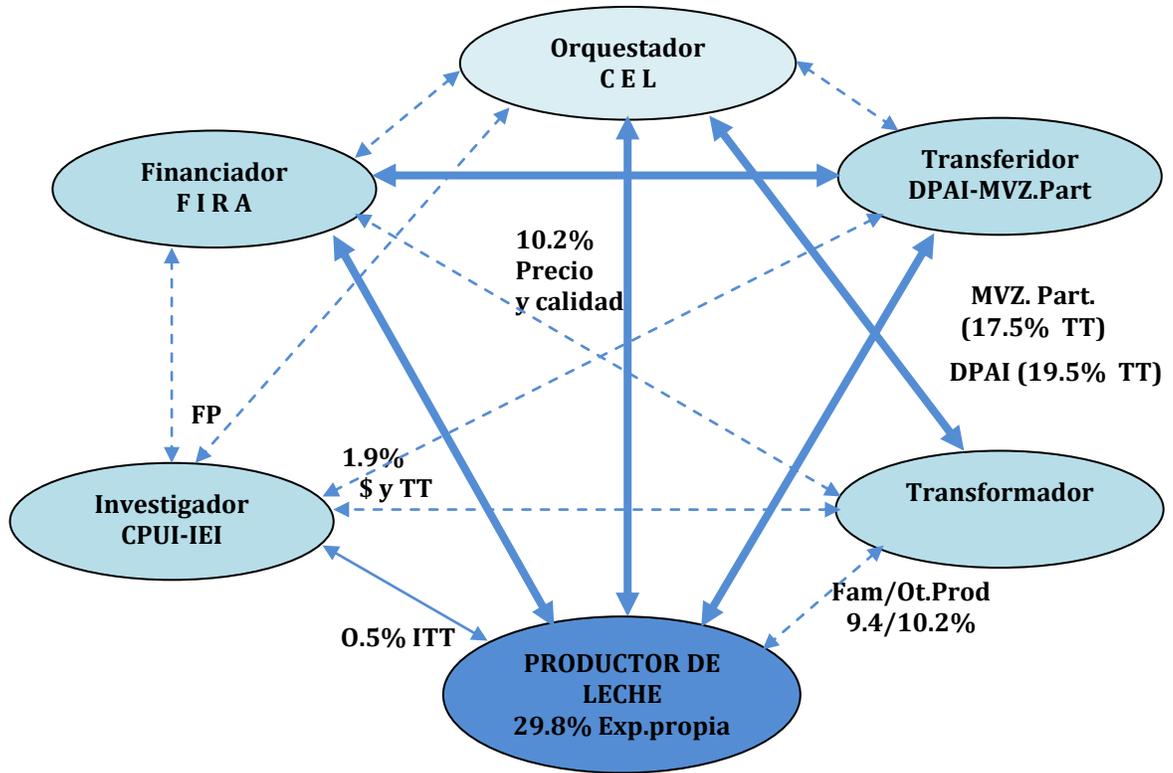


Figura 5.2. Red de innovación de la cadena bovina de leche en el Valle del Mezquital

Fuente: Encuesta a productores de leche, 2007

5.3.2 Fuentes de innovación

Debido a la actual competencia global, difícilmente un solo actor tiene todas las capacidades y recursos para satisfacer la demanda de los productores, por lo que estos necesitan articularse con otros para cumplir sus objetivos eficazmente.

Para un pequeño y mediano productor del sector rural cuya fuente de ingresos proviene principalmente de las actividades agropecuarias, el modelo de innovación en red es el más apropiado, toda vez que necesita articularse con una serie de actores que le permitan acceder a información, tecnología,

economías de escala y así obtener ingresos extras de la actividad, primero para satisfacer sus necesidades básicas y posteriormente para generar excedentes que le permitan mejorar su rentabilidad y nivel de vida.

En el caso de los productores de leche del Valle del Mezquital, existen varios actores, que podrían jugar un papel importante siempre y cuando tengan un objetivo común y se articulen para la gestión de innovaciones, aunque pueden ser poco útiles si no existe una visión de conjunto o un elemento orquestador que articule la red con un mismo fin; gestionar innovaciones que induzcan mejoras en la producción de leche.

En el Valle del Mezquital, las fuentes de innovación que los productores consideran como determinantes en la actividad lechera tienen que ver, en primer lugar con la experimentación propia mediante la cual el 29.8% de los productores ha aprendido, en segundo se encuentra la asistencia técnica ofertada a través del programa DPAI con un 19.5% y en tercer lugar está la asistencia técnica particular con el 17.5%. Por su parte, la CEL como institución gubernamental reguladora de precio ha sido fundamental para el 10.2% de los productores, principalmente en el fomento de la calidad de leche. Finalmente el aprendizaje entre familiares juega un papel importante pues el 9.4% de los productores recurre a esta fuente para obtener información, adoptar nuevas prácticas e innovar.

Las instituciones de crédito y los centros públicos e instituciones de enseñanza no han logrado concentrar sus esfuerzos para lograr impactos que el productor valore, aunque el INIFAP indirectamente está influenciando al DPAI mediante la capacitación que proporciona a los técnicos de los grupos Ggavatt (Figura 5.1).

En un estudio realizado por Muñoz, et-al (2007), (FAO, 2006; Úrzua, 1998) se encontró que en la cadena bovinos de doble propósito en el estado de Veracruz, el 28.4% de los productores tenía como principal fuente de innovación la experimentación propia, mientras que en la misma cadena pero para el estado de Sinaloa la principal fuente de innovación era la asistencia técnica para el 36% de los productores. Estos resultados coinciden con los de nuestro estudio en donde las principales fuentes de innovación en la ganadería del tipo familiar son la experimentación propia y la asistencia técnica.

La información anterior determina los vínculos y las relaciones que en la práctica se dan entre los productores de leche del Valle del Mezquital, de tal manera que, en la figura 2 se presenta la red de innovación mediante la cual se articulan y se difunden las innovaciones.

5.3.3 Nivel de adopción de innovaciones

Para el análisis y construcción del indicador de innovaciones se consideró la metodología propuesta por Muñoz, *et-al*, (2004). El análisis del nivel de adopción de innovaciones es fundamental para evaluar la eficacia del sistema de innovación regional, además de, permitir detectar innovaciones de distinto nivel de adopción y posteriormente definir las de mayor impacto y relacionarlas con variables cuantitativas como la rentabilidad y competitividad, entre otras.

El nivel de adopción de innovaciones en la cadena bovinos leche del Valle del Mezquital está influenciado por las condiciones de los factores (agua y tierra) y el mercado hacia donde se orienta la producción y por lo tanto tiene diferencias significativas con respecto a otros sistemas de producción similares.

El nivel de innovación tiene relación directa y proporcional con el nivel de competitividad de las naciones, regiones y en este caso se analiza si también la tiene con la rentabilidad de los productores de leche.

Dentro de las innovaciones más importantes asociadas con la conservación de la calidad de la materia prima, esta la integración de los productores a centros de acopio colectivos o individuales, de tal manera que el 100% de los productores entrevistados comercializa la leche fría, lo que tiene relación directa con el precio pagado al productor y la calidad microbiológica de la leche. Con respecto a los análisis de leche, el 98% de los productores paga este servicio y los realiza regularmente dos veces al mes con el propósito de monitorear y exigir un precio justo por la venta de la leche (Figura 5.3).

Aunque no existe un programa de incentivos a la calidad en la región, la CEL se ha dado a la tarea de gestionar un mejor precio con los industriales basado principalmente en la calidad de la materia prima.

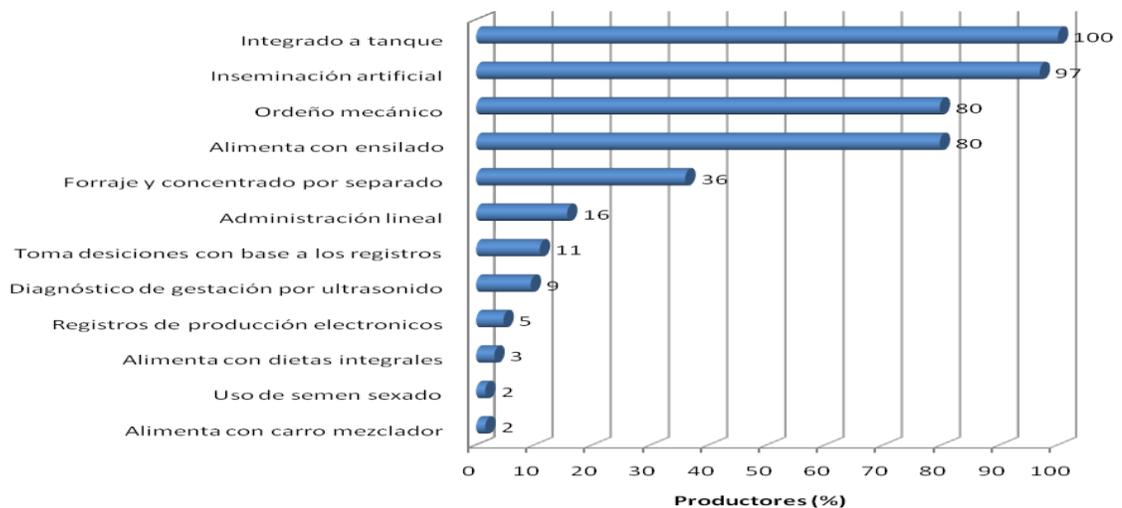


Figura 5.3 Índice de adopción de mejores prácticas de producción

Fuente: Encuesta a productores de leche, 2007.

En lo que respecta a la inseminación artificial, la cual es una práctica característica para la mejora genética del ganado, en estados como Jalisco que es el primer productor de leche a nivel nacional, sólo cerca del 32% de los productores la realizan, LICONSA, (2007), mientras que en este estudio se encontró que el 97% de los productores del Valle del Mezquital, la realiza, de tal manera que esto tendrá un efecto directo en el rendimiento de la vaca. Así pues, en el estudio realizado por Liconsa en el Estado de Jalisco se reportan promedios de $14.7 \text{ L.vaca}^{-1}\text{día}^{-1}$, mientras que en el Valle del Mezquital se estimó un rendimiento de $16 \text{ L.vaca}^{-1}\text{día}^{-1}$, lo cual puede atribuirse a la inseminación artificial y a la alimentación basada principalmente en alfalfa. Estos rubros son particularmente determinantes tanto de la permanencia en la actividad como de la rentabilidad de las unidades de producción.

Porter ⁽¹⁵⁾ menciona que uno de los elementos de mayor importancia de la ventaja competitiva es la condición de los factores, para el caso de estudio los factores determinantes son la elevada disponibilidad de agua para el riego de alfalfa, dicho recurso proviene de las aguas residuales del Valle de México y Distrito Federal, esto contrasta de manera muy contundente con otras cuencas lecheras del país, como Los Altos de Jalisco y La Laguna donde una de las principales limitantes es la escasez de agua y por consiguiente de forrajes como la alfalfa.

Con la finalidad de dar una mejor explicación a los resultados encontrados y entender lo que sucede en el sistema de innovación del Valle del Mezquital, se realizó un análisis de correlación de la rentabilidad con las variables que se presentan en el cuadro 5.2.

Cuadro 5.2 Análisis de correlación de la variable rentabilidad

Variable	Correlación	Significancia ** significativo al $p < 0.05$ *significativo al $p < 0.01$
Superficie sembrada con alfalfa	0.71	0.000**
Adopción de innovaciones (administración)	0.63	0.000**
Número de vacas en ordeña	0.78	0.000**
Escolaridad (años de estudio)	0.31	0.014*
Años como productor de leche (experiencia)	0.31	0.013*
Adopción de innovaciones (reproducción)	0.30	0.018*
Tamaño total del hato	0.70	0.000*

Fuente: Elaboración propia a partir de la encuesta a productores de leche, 2007.

Los resultados muestran que existe una alta correlación entre la rentabilidad y la superficie sembrada con alfalfa, el número de vacas en ordeña, el tamaño del hato y el componente de innovaciones correspondiente a la parte de administración, lo que confirma el hecho de que la superficie sembrada con alfalfa influye de manera significativa en la rentabilidad de la producción de leche, por tal motivo los principales factores que permiten permanecer al productor en la actividad de manera rentable, están asociados a la disponibilidad de tierra para sembrar alfalfa, al número de vacas que ordeña y a llevar registros de producción y reproducción y tomar decisiones con base a ello, de manera importante el nivel de escolaridad, la experiencia del productor y las innovaciones correspondientes al componente de reproducción son otro grupo de factores importantes en la actividad.

5.3.4 Caracterización del sistema de producción

Los sistemas de producción en México son diversos y con características muy particulares, condicionados en gran medida por los factores agroclimáticos,

geográficos y la disponibilidad de los factores de producción como tierra, agua y capital. Aunado a esto están las condiciones endógenas del mismo sistema asociadas con las redes sociales y la articulación de distintos actores dentro del sistema, lo cual está determinado por las costumbres de los productores, la antigüedad de la cuenca lechera, la incidencia de programas gubernamentales, entre otros.

La elevada disponibilidad de agua a bajo costo ha permitido el desarrollo y expansión de un cultivo altamente demandante de agua como la alfalfa. Sin embargo y aunque no se tienen evidencia precisas, se empieza a apreciar la pérdida de terrenos cultivables debido al efecto que ocasiona el regadío de los cultivos con aguas residuales lo que en el largo plazo puede traer problemas severos al ecosistema y a la población.

La producción de leche en la región ha permitido que cada vez un mayor número de productores ingresen a la actividad y por lo tanto que más familias dependan de esta; también se ha visto un crecimiento en la oferta de servicios de asesoría técnica particular así como de venta de maquinaria, equipos agropecuarios y alimento balanceado.

5.3.5 Estructura del hato

Una característica que comparten los sistemas de producción denominados de tipo familiar, es el tamaño de hato, para este caso estudio caracterizado dentro de éste sistema, se encontró que los productores poseen en promedio 14 vacas en producción con rendimientos de **15.8 litros vaca⁻¹día⁻¹**. Comparado con otras cuencas de sistemas similares, como la de los Altos de Jalisco, el número

de vacas en producción es de 24 con rendimientos de **15.8 litros vaca⁻¹día⁻¹** (13).

La inseminación artificial es la principal tecnología reproductiva, de tal manera que la cantidad de sementales y becerros por hato es reducido (12%), lo cual determina que el potencial lechero de la región sea de 85%. Urzúa, *et-al*, (1998); Cervantes, (2000) consideran que una explotación tendrá vocación lechera sí por lo menos tiene el 80% entre vacas en producción, vacas secas, vaquillas y becerras, por lo tanto, podríamos afirmar que la región de estudio tiene elevado potencial lechero (cuadro 5.3).

Cuadro 5.3 Composición del hato

Variable	Media	Desviación estándar	%	Potencial lechero
Vacas en producción	10	32	36	85%
Vacas secas	4	5	14	
Vaquillas	4	7	14	
Becerras	6	26	21	
Beceros	3	6	11	
Sementales	1	2	4	
Tamaño hato	28	65	100	
Rendimiento (L/día)	15.8	5		

Fuente: Encuesta a productores de leche, 2007.

5.3.6 Innovaciones de alto impacto

Si bien es cierto que los productores del Valle del Mezquital se encuentran dentro de los parámetros que caracterizan a los sistemas de producción familiar, también lo es el hecho de que existen características particulares que diferencian y podrían potenciar la producción de leche en la región.

Por tal motivo y de acuerdo al nivel de adopción de innovaciones, se definieron cinco innovaciones que han hecho la diferencia al permitir mejorar las condiciones de producción en la región de estudio, dichas innovaciones son:

inseminación artificial, ensilado, ordeño mecánico, análisis de calidad e integración a un tanque colectivo.

La primera tiene que ver con la alimentación basada en ensilado; a pesar de que el primer adoptante data de hace 20 años, aún no se práctica por la totalidad de los productores, debido principalmente a la competencia que se presenta entre sembrar maíz forrajero y alfalfa, de tal manera que al productor le es más rentable en términos nutricionales, sembrar alfalfa que maíz forrajero para ensilar; hasta la fecha el 80% de los productores ha adoptado esta práctica, como estrategia de alimentación, principalmente en la época de estiaje, comparado con el 100% de productores que alimenta con alfalfa.

Otro aspecto que es necesario resaltar es el hecho de que a partir del año 2000 (Figura 5.4), se aprecia que la alimentación con ensilado se difunde y se adopta por un mayor número de productores, influenciado en buena parte por la existencia de la CEL, la cual ha implementado cursos de capacitación apoyándose con recursos humanos de otras instituciones o con el mismo de los centros de acopio, poniendo énfasis en la concienciación acerca de que una mejor calidad composicional de la leche está dada en gran medida por una buena alimentación del ganado.

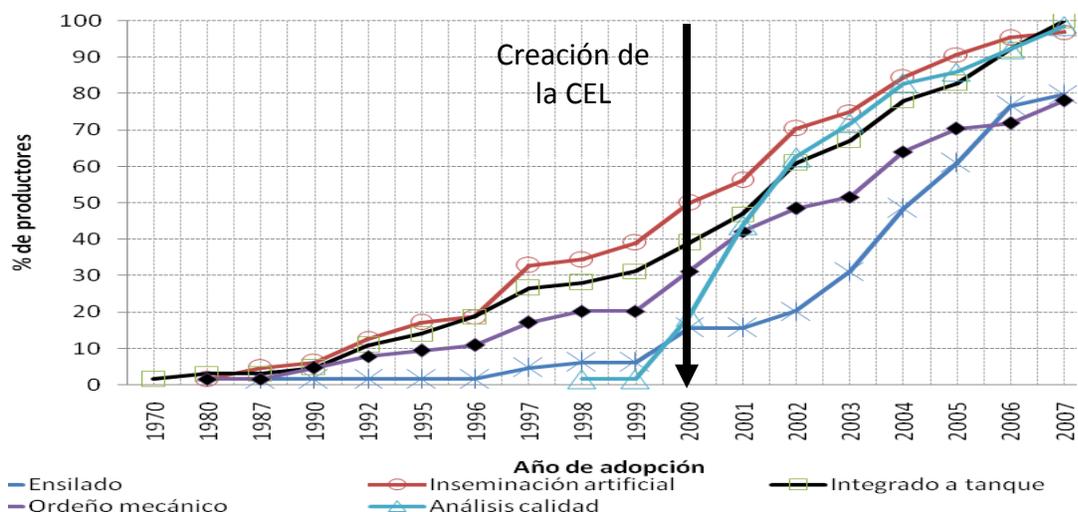


Figura 5.4 Curva de rapidez de adopción de innovaciones

Fuente: Encuesta a productores de leche, 2007.

En un estudio realizado por LICONSA, (2007), en los Altos de Jalisco, se reporta que un 15% de los productores alimenta con alfalfa, mientras que cerca del 40% alimentan con ensilado. Lo que estos datos confirman es que pese a que en el Valle del Mezquital la alfalfa es de uso común, no en todas las cuencas es así debido a la disponibilidad de agua, mientras que el ensilado es una alternativa viable cuando existe una época del año donde predomina la sequía.

La inseminación artificial (IA) es una de las técnicas reproductivas más importantes en los sistemas de producción de leche, pues permite mejorar la calidad del ganado siempre y cuando se seleccione el semen adecuado. En la región de estudio el 97% de los productores entrevistados la realizan, comparativamente con la región de Los Altos de Jalisco en donde la realiza el 48%.

Su uso y éxito está condicionado por el nivel de riesgo que representa, el que la vaca no quede preñada en la primera inseminación; lo que posteriormente se traduce en mayores costos, comparado con la monta natural, aunque en la región de estudio esto no ha sido la limitante para adoptarla.

La IA se empezó a adoptar a inicios de los ochentas y tuvieron que pasar más de 20 años para que un 50% de los productores la adoptara y una vez conocida sólo bastaron 7 años para que el otro 50% de los productores lo hiciera, lógicamente esto va acompañado de la asistencia técnica. Comparativamente en los Altos de Jalisco se registra que al inicio de los ochentas también se empezó a usar y difundir esta innovación.

Uno de los temas discutidos en documentos oficiales es la resistencia del productor rural a agruparse para producir, transformar y cooperar en acciones comunes. Pero más que la resistencia a agruparse, es el temor a fracasar e invertir en una asociación que consuma el escaso capital monetario acumulado por años. Posiblemente esta teoría se cumpla totalmente cuando se trata de cadenas agrícolas, mientras que para las actividades pecuarias como en este caso, el panorama es más alentador, pues la perecibilidad del producto empuja al productor a asociarse en centros de acopio para comercializar leche fría y obtener mejor precio; aunado a esto, está el incremento en la demanda de leche de mejor calidad sanitaria, lo cual se logra en gran parte integrándose a la cadena de frío, además de la aplicación de buenas prácticas de producción y ordeño.

Hasta antes del 1994, las exigencias en calidad eran mínimas, pues el consumidor asignaba un bajo valor a esta característica, sin embargo con la

globalización y la apertura comercial se ha incrementado la entrada de productos importados, por lo que es necesario crear estrategias que permitan a los productores nacionales competir, de tal forma que a partir de 1997 se da un gran giro, pues en siete años 60% de los productores se integraron a los centros de acopio empujados en buena medida por la CEL.

En los Altos de Jalisco se dio un fenómeno parecido, con la diferencia de que en esta región el impulso de los tanques de enfriamiento se difundió por parte de la industria privada, lo cual posteriormente y hasta nuestros días ha dado origen a una gran cantidad de asimetrías y externalidades negativas alrededor del sistema, principalmente en el desbalance en la toma de decisiones entre las empresas procesadoras de leche y las políticas públicas de apoyo al productor implementadas por el gobierno.

El incremento en la demanda de productos lácteos de mejor calidad fomentó la adopción de otras innovaciones, una de estas fue el ordeño mecánico, en gran medida impulsado por el mismo programa de alianza para el campo y otro por la necesidad del productor para mejorar sus sistemas de producción y extraer la mayor cantidad de leche por vaca ordeñada.

La mecanización de los sistemas de ordeño presenta una tendencia similar a la de la integración a los centros de acopio, pues mientras en 20 años sólo un 20% de los productores adoptó esta innovación, bastaron sólo 7 años para que se sumaran un 60% de los productores, así pues, actualmente el 78% de los productores entrevistados, posee ordeñadora mecánica, mientras que en una cuenca lechera similar como lo es la de Los Altos de Jalisco, el 53% de los productores ordeña de forma mecánica.

La ordeña mecánica ha sido incentivada por la CEL, pues en el papel de regulador de precios de la leche cruda entre el industrial y el productor, exige un mejor precio al industrial y por consecuencia el industrial requiere mejor calidad del lactificio, por lo que la industria reclama cada vez mejor calidad a los productores.

A la par de la integración a centros de acopio colectivos y la adopción del ordeño mecánico, se da el avance e implementación de programas de calidad de la leche basados en un sistema de pagos según calidad, de esta manera los datos muestran que hasta antes del año 2000 sólo un número reducido de productores (menor al 20%) realizaban análisis de la calidad de su leche, después de este año la exigencia se incrementó considerablemente, a tal grado que actualmente el 98% de los productores realiza análisis de calidad por lo menos cada quince días. Esta innovación tiene dos aplicaciones importantes: la primera es que da mayor poder de negociación al productor frente a su comprador y segundo, dado que la calidad composicional es el reflejo del tipo de alimentación la información de los análisis sirve para la toma de decisiones sobre la mejora de alimentación del hato, mientras que la calidad microbiológica refleja el manejo que se le da a la leche una vez extraída de la ubre de la vaca.

5.3.7 Rentabilidad del sistema de producción

Para hablar de rentabilidad es necesario mencionar los principales factores que Porter, (2004), menciona como los de mayor influencia en la ventaja competitiva. El *primero* de ellos tiene que ver con las condiciones de los factores y se refiere a la posición de la región en dotación de factores de

producción, tales como mano de obra calificada, insumos e infraestructura (agua, tierra, etc) necesarios para competir en una industria, en este caso la láctea. *El segundo* se refiere a las condiciones de la demanda, y describe la naturaleza de la demanda por el producto o el servicio ofrecido por la industria en su mercado de origen. *El tercero*, se vincula con las industrias relacionadas o de apoyo y se refiere a la presencia o ausencia en la región de industrias proveedoras de bienes y servicios competitivos y, el *cuarto*, hace referencia a la estructura, estrategia y rivalidad de las firmas. Estos elementos crean el entorno en el cual las empresas nacen y aprenden a competir.

Los cuatro elementos mencionados anteriormente se presentan en la cadena bovinos leche del Valle del Mezquital, sin embargo, los que mayor impactan son los que se refieren a las condiciones de los factores, pues como se ha mencionado, existe alta disponibilidad de agua para riego a bajo costo y la presencia de proveedores de servicios competitivos, tales como los asesores y la propia CEL. Estos son los principales factores que han detonado no sólo la existencia y permanencia de la actividad, sino también su rentabilidad.

Existen debilidades en el sistema, pues pese a que poseen una estructura organizativa formal mediante los centros de acopio, ésta sólo se utiliza para enfriar y comercializar la leche. A este respecto se creó un indicador de cooperación para evaluar en qué actividades cooperan los productores; dicho indicador resultó de 38% lo cual significa que considerando una serie de actividades como compras y ventas en común, producción y giras de intercambio, sólo se asocian para la venta de leche lo cual repercute en la rentabilidad, al no generar economías de escala para la compra de insumos. Se

realizó una prueba de correlación entre la rentabilidad y el índice de cooperación el cual resultó débil (0.3) pero significativo con una $p < 0.05$, lo que sugiere que mientras mayor sea el índice de cooperación mayor será también la rentabilidad.

La estrategia de la CEL para organizar a los productores en torno a los centros de acopio, ha funcionado e impactado positivamente en la rentabilidad. Un indicador de ello es que a pesar de que los costos de producción han aumentado en un 38%, el precio de la leche ha aumentado en 81%, lo cual se explica en buena medida por la intervención de la comisión en la negociación del precio.

Sin lugar a dudas estos elementos hacen que la percepción actual y futura de los productores acerca de la actividad sea favorable. Al respecto se crearon dos indicadores²⁰ de percepción actual y futura los cuales resultaron de 0.82 y 0.90 respectivamente, mientras más se acerque el valor a la unidad el productor percibe que su actividad está cada vez mejor. Así pues se puede inferir que la producción de leche en el Valle del Mezquital es una actividad en crecimiento y que en un futuro podría consolidarse como una actividad de gran potencial y de alta rentabilidad, considerando sobre todo que para el 72% de los entrevistados la lechería es la única fuente de ingresos, y que en promedio el 87% de los ingresos provienen de esta actividad.

²⁰ Estos dos indicadores se construyeron mediante los resultados de una pregunta de la encuesta aplicada, en donde se les preguntó ¿cómo consideran que esta su actividad actualmente y cómo estará en el futuro? Para ambas preguntas existían cuatro respuestas: Esta o estará creciendo, esta o estará consolidada, esta o estará estancada y esta o estará decreciendo, se asignaron los siguientes valores para cada respuesta, 4,3,2, y 1 respectivamente, como el valor deseable o mejor es 4, el productor con este valor de 4 tenía el 100% y en fracción corresponde a 1, por lo que el indicador va de 0 a 1.

Lo que estos datos reflejan, son el resultado de un caso específico de una cadena y de una región, lo que no implica que en general la actividad lechera del país e incluso del mismo Estado se comporte de manera similar; ya que en buena parte de las cadenas agroalimentarias en el sector rural la continuidad de los productores depende necesariamente de la utilidad económica y privada obtenida, aunque en muchos de los sistemas de producción prevalecientes, la riqueza generada se inclina más a la utilidad social que a la económica, lo que ha permitido que pese a que se tienen pérdidas económicas, socialmente se justifica la actividad debido a la multifuncionalidad de la agricultura, pues aunado al autoempleo está la autosuficiencia alimentaria.

Del total de productores entrevistados, el 71% tiene utilidades positivas anuales (\$90,171) con una relación beneficio costo promedio de 1.7, lo que indica que por cada peso invertido en la producción de leche, se obtienen \$0.70 centavos de ganancia, mientras que el 29% de los productores obtiene utilidades negativas (\$16,959) con una relación beneficio/costo de 0.8.

Un componente importante del análisis beneficio/costo es la relación entre el precio de venta y el costo por litro de leche. El precio de venta ha mejorado, de tal manera que en promedio se vende a \$4.4 por litro, mientras que el costo promedio es de \$3.7, resultando un saldo positivo al productor de \$0.70 centavos por litro. Comparado con los datos de los productores de los Altos de Jalisco, se observan importantes diferencias a favor de los productores de la región de estudio, pues los primeros venden su leche a un promedio de \$3.52 y el costo es de \$3.53, lo cual arroja un saldo negativo de \$-0.010 centavos.

Con respecto a este análisis comparativo entre regiones es necesario aclarar que aunque en ambas se presentan sistemas de producción familiar similares, difieren en aspectos específicos que hacen la diferencia en precio y rentabilidad. Entre los factores que diferencian ambos sistemas está el hecho de que en el Valle del Mezquital todos los productores del estudio están integrados a un tanque de enfriamiento, por tal motivo reciben un precio de acuerdo a su capacidad de negociación con la industria y a la calidad de la leche, además de poseer tierra para la siembra de alfalfa e irrigarla con agua de bajo costo; mientras que una proporción importante de los productores de Los Altos de Jalisco aún comercializan su leche mediante intermediarios, no tienen soporte del gobierno en la fijación de precios, además de la baja disponibilidad de agua para la siembra de alfalfa, sin embargo, se consideró este análisis como un ejemplo de la intervención exitosa del gobierno a través de la aplicación adecuada de políticas públicas.

Con la finalidad de aportar mayores elementos acerca de la rentabilidad de los productores de leche, se seleccionaron algunas variables para explicar cuantitativamente los resultados obtenidos. Las variables consideradas se muestran en el cuadro 5.4.

Cuadro 5.4 Variables explicativas de la rentabilidad

Variable	Utilidad (-)	Utilidad (+)	Promedio
Edad del productor	41.1	43.3	42.6
Escolaridad (años)	7.5	8.0	7.8
Años como productor (experiencia)	9.7	11.5	11.0
Superficie total (Ha)	3.9	5.8	5.2
Superficie agrícola(Ha)	3.8	5.9	5.2
Maíz grano (Ha)	1.2	1.9	1.6
Maíz forrajero (Ha)	2.8	4.2	3.7
Alfalfa (Ha)	2.2	3.3	2.9
Vacas en producción	7	12	10.0
Tamaño del hato	16	26	28.0
Otra fuente de ingresos	54.3	33.0	41.8
Índice de cooperación	0.3	0.4	0.4
Producción (litros/día)	86.0	207.0	171.0
Rendimiento (L/vaca)	12.5	17.2	15.8
Precio de venta (\$/L)	4.4	4.5	4.4
Utilidad (\$/año)	-16959.2	90171.3	58032.2
Costo (\$/L)	5.3	3.0	3.7
Relación beneficio/costo	0.8	1.7	1.4
Costo de alimentación (%)	93.6	91.6	92.2
Ingresos de la actividad (%)	78.9	90.9	87.3
Inai Asistencia técnica (%)	20	30	20
Inai nutrición (%)	30	30	30
Inai reproducción (%)	10	10	10
Inai genética (%)	50	50	50
Inai sanidad (%)	60	60	60
Inai integración (%)	20	20	20
Inai administración (%)	30	40	30
Inai Global (%)	50	50	50

Fuente: Encuesta a productores de leche, 2007.

Las variables que influyen en la rentabilidad son: la escala de producción y la superficie de tierra, pues de acuerdo a los resultados los productores que obtienen mejores utilidades, siembran mayor superficie de tierra. La importancia e influencia de estas variables sobre la utilidad La experiencia en la actividad juega un papel importante de tal manera que se aprecia que los productores de mayor experiencia obtienen mejores utilidades. Asimismo aquellos productores con mejor rentabilidad obtienen la mayor parte de sus ingresos de la actividad lechera (90.9%), mientras que los de utilidades negativas obtienen sólo el 78% de sus ingresos; esto podría relacionarse con la dedicación a la actividad, toda

vez que los productores que se emplean en otras labores registran utilidades negativas, mientras que los productores que dedican más tiempo a la actividad lechera obtienen mayores utilidades.

Con respecto al indicador de adopción de innovaciones (inai) en términos generales presentan dinámicas y adopción similares para las siete categorías de mejores prácticas, con lo que se reafirma que si bien es cierto la adopción de innovaciones de alto impacto podría hacer la diferencia, también lo es el hecho de que los recursos con los que se dispone en la región son determinantes para la permanencia de los productores y la mejora en la rentabilidad.

Con la finalidad de definir las variables que influyen en la rentabilidad, se realizó un análisis de regresión múltiple con la ayuda del paquete estadístico SPSS, en donde se introdujeron al modelo las variables explicativas que tienen que ver con el número de vacas en producción, hectáreas sembradas con alfalfa y todas las categorías de adopción de innovaciones.

Mediante el procedimiento *stepwise* del paquete estadístico SPSS se seleccionaron las variables que influyen significativamente sobre la rentabilidad. Los resultados del modelo estadístico sugieren en este caso, que las variables que influyen sobre la rentabilidad son el número de vacas en producción y las innovaciones dentro de la categoría de sanidad así como la superficie sembrada con alfalfa. Los resultados del análisis de varianza muestran que el modelo es significativo con una $p < 0.05$ y una $R^2 = 0.77$ lo que implica que las variables consideradas explican en un 77% la rentabilidad de las unidades de producción.

Variables del modelo

Y = Utilidad (\$·año⁻¹)

(X₁) = Vacas en producción (cabezas)

(X₂) = Índice de adopción de innovaciones de sanidad

(X₃) = Superficie con alfalfa (Ha)

Modelo resultante

$$Y = 0.76 + X_1(0.764) + X_2(0.416) + X_3(0.369)$$

Los resultados sugieren que por cada vaca en producción que se aumente, la utilidad mejorará en \$76.4 pesos (p<0.01). Por la parte de las innovaciones, el rubro significativo es el correspondiente a la sanidad, así, por cada 1% que se incremente la adopción de innovaciones de sanidad, la rentabilidad se incrementa en \$42 pesos (p<0.05). La superficie sembrada con alfalfa resultó ser una de las variables de mayor influencia en la rentabilidad, pues al incrementar en 1% la superficie sembrada con alfalfa, la rentabilidad aumentará en \$37 pesos (p<0.05).

5.4 Conclusiones y recomendaciones

La producción de leche en el Valle del Mezquital posee particularidades que la diferencian y que han contribuido al crecimiento de la actividad, tal como la disponibilidad de agua para riego a bajo costo, lo que en lo sucesivo ha influenciado el incremento en la superficie de cultivos forrajeros como la alfalfa y el maíz.

El sistema de innovación en la cadena bovinos leche del Valle del Mezquital, Hidalgo, presenta un alto grado de articulación fomentado en buena medida por la CEL y armonizada por cinco innovaciones como: la inseminación artificial, alimentación con ensilado, organización e integración a centros de acopio, análisis de calidad de leche y ordeña mecánica, de esta manera es necesario implementar esquemas de gestión de la innovación que dinamicen y promuevan la acción colectiva y la articulación de los distintos actores. Los centros públicos de investigación y las universidades tienen baja presencia en el sistema al igual que las instituciones de crédito, por tal motivo, es necesario que se involucren y se articulen de manera más activa con los distintos actores del sistema a través de estrategias de vinculación, transferencia de tecnología, difusión y aplicación de la investigación que se genera y de la creación de esquemas de financiamiento flexibles para los diferentes estratos de productores.

Hay un grupo de innovaciones que se ha adoptado a mayor velocidad y en mayor porcentaje que en otras cuencas similares, como la inseminación artificial, el análisis de leche pagados por el productor y la integración a centros

de acopio, lo que sugiere la creación de esquemas diferenciados de acuerdo a la demanda existente en las regiones y en las cadenas agroalimentarias. La rentabilidad de los productores está determinada por el tamaño del hato, la superficie sembrada con alfalfa y las buenas prácticas de sanidad, además del factor agua, lo que permite perfilar a los productores del Valle del Mezquital como la cuenca lechera más importante del estado de Hidalgo.

Literatura citada

- Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Indicadores estratégicos del Sector Agropecuario 2007; SAGARPA.
- Comisión Estatal de la leche del Estado de Hidalgo. Diagnóstico de producción y rentabilidad de los centros de acopio de leche del sector social en el Estado de Hidalgo. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural del Estado de Hidalgo; 2006
- Muñoz RM, Rendón MR, Aguilar AJ, García MJ. Redes de Innovación. Un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el desarrollo rural 2004. UACH – Fundación Produce Michoacán.
- Ekboir MJ, Dutrenit G, Martinez G, Torres VA, Vera-Cruz A. Las Fundaciones Produce a diez años de su creación. Pensando en el futuro 2006; ISNAR.
- FAO. Informe de Evaluación Estatal del Estado de Hidalgo 2007. Programa de Fomento Ganadero.
- IICA. Conceptos, elementos de políticas y estrategias regionales para el desarrollo de innovaciones institucionales 2007. IICA.FORAGRO, San José Costa Rica.
- Radjou N. Innovation networks: a new market structure will revitalize invention-to-innovation cycles 2004. www.forrester.com
- Radjou N y Lussanet M. A quantitative evaluation of 26 nations in four global innovation competencies 2006. The Forrester Wave: National Innovation Networks, Q4, 2006. www.forrester.com
- Adner R. Ajuste su estrategia de innovación con su ecosistema de innovación. Harvard Business Review. 2006. Vol. 84, núm. 4. Santiago de Chile.
- Muñoz R.M, Aguilar A.J, Altamirano C.R, Rendón M.R, Espejel G.A. 2007 Innovación- Motor de la competitividad agroalimentaria. Políticas y estrategias para que en México ocurra. UACH – Fundación Produce Michoacán.
- FAO. Evaluación Nacional del Subprograma de Investigación y Transferencia de Tecnología, 2006. Proyecto Alianza para el Campo.

- Úrzua JW, Nuñez OJM y García OM. 1998. La dimensión económica de la producción primaria. En Los rejugos del poder, globalización y cadenas agroindustriales de la leche en occidente. CIESAS, Guadalajara, México.
- Cervantes EF, Álvarez MA, Santoyo CH. La lechería familiar en los Altos de Jalisco, factores de éxito para el negocio 2000; Ed. Plaza y Valdez.
- LICONSA. 2007. Estudio de conformación y análisis del padrón de productores lecheros inscritos en el Programa de adquisiciones de LICONSA en el estado de Jalisco. Guadalajara, México.
- Porter M. La ventaja competitiva de las naciones 2004. Harvard Business Review.

Los países pequeños, no menos que los países grandes necesitan la grandeza de la ciencia. Con ciencia grande no hay país pequeño [...]. Las ciencias para su producción original requieren grandes gastos, pero no hay nada que sea más significativo, precisamente desde el punto de vista económico, que las ciencias mismas. Suele haber incompreensión del alto valor de la investigación científica sin inmediata aplicación práctica. Ocurre que el criterio utilitario no permite percibir la realidad en todo su horizonte móvil, incluso en lo práctico y útil que trasciende lo inmediato –

Clemente Estable, 1894-1976