

# LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES EN LA PERMANENCIA DE PROYECTOS DE AGRICULTURA PROTEGIDA EN MÉXICO

Gladis Feliciano-Gregorio<sup>1</sup>; Jorge Aguilar-Ávila<sup>2</sup>.

**Sub-tema: Crisis, Economía, Alianzas Estratégicas, Redes, Cooperación, en Gestión del Conocimiento Organizacional.**

## Introducción

La globalización y la apertura comercial, además de la crisis alimentaria y financiera, han cambiado de forma radical el ámbito económico y empresarial mexicano. En el caso del sector agroalimentario, existen otros factores que también lo están impactando: la modificación en la asignación de apoyos gubernamentales, los grandes avances tecnológicos (informática, microelectrónica, biotecnología, ingeniería genética, nanotecnología y telecomunicaciones), una mayor preocupación por el cuidado del ambiente y una demanda por productos más diferenciados (Brambila, 2006), éste último regido por criterios de calidad, inocuidad, conveniencia y nutrición (Suárez y Bejarano, 2001; Kinsey, 2005). Esta situación no es ajena a los cultivos producidos bajo agricultura protegida (AP), siendo ésta una alternativa con menor riesgo, y que permite cambiar las tendencias productivas que dañan el medio ambiente, atentan contra la salud y limitan la economía de los productores, dando la opción para la producción de cultivos con alta demanda en los mercados internacionales (Calvin y Cook, 2001; Cook y Calvin, 2005; García *et al.*, 2011).

De acuerdo con Bielinski *et al.* (2010), la agricultura protegida es el sistema de producción que emplea una estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes o semitransparentes, para obtener condiciones artificiales de microclima a los cultivos de hortalizas, flores y especias principalmente; bajo este sistema es posible alterar el medio ambiente (temperatura, radiación solar, viento y humedad) y el sustrato en el cual se desarrollan los cultivos con el propósito de aumentar los rendimientos y la calidad de los alimentos y otros productos.

En México, los gobiernos federal y estatal han destinado recursos importantes para el desarrollo de la agricultura protegida (SAGARPA, 2009). Sin embargo, el dinamismo de este modelo de producción ha provocado cuantiosas especulaciones en cuanto a la superficie real de producción, nivel de tecnología, cultivos principales, mercados, rango de inversión, entre otros.

Entre 2001 y 2007, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA) apoyó 5 357 proyectos de AP en beneficio de 35 538 productores con 1 143 m<sup>2</sup> por unidad de producción en promedio. De las 8 834 ha existentes en el país

---

<sup>1</sup> Estudiante de la Maestría en Ciencias en Estrategia Agroempresarial del Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM)-Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Km. 38.5 Carretera México- Texcoco. Chapingo, Estado de México, C.P. 56230. México. Correo-e: [gladiss.f.g@gmail.com](mailto:gladiss.f.g@gmail.com) (Autor responsable).

<sup>2</sup> Profesor-Investigador del CIESTAAM-UACH.

a Junio del 2008, poco más de 4 000 ha, fue resultado de la inversión pública a través de subsidios (SAGARPA, 2009; Moreno *et al.*, 2011). Así, el crecimiento en superficie de invernaderos en México ha sido de tres veces en los últimos ocho años. Sin embargo, los especialistas coinciden al señalar que apenas se viene desarrollando esta industria en el país, así como la curva de aprendizaje de este mercado y de las técnicas de producción (FIRA, 2007).

A través de diversos estudios realizados (Grupo GAM Consultores, 2009; García, 2012) se ha visto que los productores además de adquirir equipos con desempeño tecnológico mejorado que contribuyan a generar utilidades, los productores dedicados a la AP deben adoptar una serie de innovaciones técnicas, comerciales y organizacionales para reducir sus costos de producción, mejorar la calidad, aumentar los volúmenes de producción y gestionar sus relaciones comerciales y de abasto.

En este trabajo se plantea estudiar la dinámica de innovaciones en las unidades de producción con cultivos producidos bajo agricultura protegida, en el cual se toma como objeto de estudio sistemas en agricultura protegida, distribuidos en siete estados de la República Mexicana.

## **Objetivos**

Se analizó la dinámica de innovación en las unidades de producción (UP) a través de la estimación de parámetros técnico-productivos y de adopción de innovaciones con el propósito de identificar áreas de mejora en el proceso de aprendizaje de las técnicas y procesos necesarios para la producción de cultivos hortícolas bajo agricultura protegida.

## **Materiales y Métodos**

Para analizar la influencia de la adopción de innovación en los proyectos de agricultura protegida, se utilizó información proveniente de ocho estudios coordinados por el CIESTAAM (Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial) con el apoyo del entonces CECADER (Centro de Calidad para el Desarrollo Rural), Red Innova Consultores S.C. y Grupo GAM Consultores S.C.

El universo de análisis incluye 632 unidades de producción en siete estados del país (Chihuahua n=34; Guanajuato n=63; Michoacán 01 n=29; Morelos n=22; Michoacán 02 n=27; Jalisco n=62; Distrito Federal n=276 y Tlaxcala n=119) apoyados con programas gubernamentales tales como el Programa de Desarrollo de Capacidades en el Medio Rural (PRODESCA-SAGARPA), el Programa de Apoyo a los Proyectos de Inversión Rural (PAPIR-SAGARPA), el Programa de Soporte de la SAGARPA (en su Componente de Capacitación y Asistencia Técnica en la modalidad de Agencias de Gestión de la Innovación) y del Programa Nacional de Impulso a la Agricultura Protegida a cargo del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO).

La colecta de datos en los estudios de origen fue mediante la aplicación de encuestas a productores seleccionados primordialmente mediante muestreo estadístico, aunque siguiendo la metodología propuesta por Aguilar *et al.* (2007) para el diseño de estrategias de gestión de la innovación, algunos productores se seleccionaron

mediante el muestreo denominado bola de nieve. La aplicación de las encuestas se efectuó en diferentes momentos, en el periodo que va de 2004 a 2009 (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Año de colecta de información de campo.**

*CHIHUAHUA	*GUANAJUATO	*MICOACAN 01	*MORELOS	**MICOACAN 02	**JALISCO	***DISTRITO FEDERAL	***TLAXCALA
2004	2005			2006	2007	2008-2009	

Origen de la base de datos: \*cuatro encuestas realizadas por el CIESTAAM, CECADER y Red Innova Consultores S.C.; \*\*dos encuestas realizadas por Grupo GAM Consultores S.C. y \*\*\*dos encuestas realizadas por las Agencias de Gestión de la Innovación.

Fuente: Elaboración propia.

La información utilizada en la presente investigación fue de corte transversal puesto que la información para realizar la presente investigación proviene de ocho estudios con información levantada en distintos momentos. Las ocho bases de datos se conglomeraron en una macro base.

Con los datos disponibles se clasificaron las empresas (unidades de producción con agricultura protegida), partiendo de su situación, siendo las categorías activas o inactivas. Posteriormente, a partir de los resultados obtenidos se enfocó el análisis en las empresas activas, del cual se derivó el estatus operativo, en términos de crecimiento (decreciendo/estancada y creciendo/consolidada) para explicar el factor “Dinámica de la innovación”.

### Índice de adopción de innovaciones

El Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) se refiere al nivel de adopción de innovaciones por parte del productor, es decir, a la capacidad innovadora y es calculado mediante el método sugerido por Muñoz *et al.* (2007) a partir de escalas binarias (aplica o no aplica la innovación). Para cumplir el objetivo de la presente investigación se calculó el InAI, definiendo una serie de innovaciones (incluyendo “buenas prácticas”) que fueron contabilizadas en los ocho estudios. Las innovaciones se agruparon en seis categorías: i) Mercado/Organización, ii) Administración, iii) Prevención, iv) Sanidad, v) Nutrición y, vi) Manejo agronómico (Cuadro 2).

En primer lugar, se calculó (para cada entrevistado) el IAIC, que fue mediante la siguiente expresión:

$$IAIC_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^n Innov_{jk}}{n}$$

Donde:

$IAIC_{ik}$  = Índice de adopción de innovaciones del i-ésimo productor en la k-ésima categoría

$Innov_{jk}$  = Presencia de la j-ésima innovación en la k-ésima categoría

$n$  = Número total de innovaciones en la k-ésima categoría

El Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) para cada entrevistado se obtuvo al promediar los valores del IAIC, y se construyó de la siguiente manera:

$$InAI_i = \frac{\sum_{j=1}^n IAIC_{ik}}{k}$$

Donde:

$InAI_i$  = Índice de adopción de innovaciones del i-ésimo productor

$IAIC_{ik}$  = Índice de adopción de innovaciones del i-ésimo productor en la k-ésima categoría

$k$  = Número total de categorías

Se obtuvieron los cálculos respectivos de  $IAIC$  y  $InAI$ , con el apoyo de una hoja de cálculo.

**Cuadro 2. Catálogo de innovaciones para el cálculo del InAI**

Categoría	Variables de innovación
Mercado/Organización	Diseño de marca, ventas y/o compras en común, venta directa/ identificación de mercado, organigrama funcional, selección del cultivo y desarrollo de capacidades.
Administración	Registros contables, bitácoras agronómica, manuales de procedimientos o producción, programación de la producción, registro de productividad y costos, gestión y orden de almacén y cartera de clientes y proveedores.
Prevención	Uso de tapete sanitario, uso de trampas para monitoreo de plagas, manejo de residuos inorgánicos, manejo de residuos orgánicos, desinfección de sustrato, desinfección de instalación.
Sanidad	Control integrado de plagas y enfermedades, manejo poscosecha, manejo seguro de agroquímicos, desinfección de herramientas e higiene personal, monitoreo de plagas y enfermedades.
Nutrición	Fertilización por etapa fenológica, análisis de agua, análisis foliar, monitoreo de solución nutritiva, manejo apropiado de instrumentos, uso de equipos de diagnóstico.
Manejo agronómico	Elección de sustrato, elección de variedad, calendario de programación de riegos, evaluación de material vegetal, uso de material certificado, uso de sustratos certificados, inducción de la polinización.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente para analizar e interpretar los resultados se utilizaron procedimientos de estadística descriptiva (cuadros de frecuencias) así como el análisis de varianza con el procedimiento GLM (General Lineal Model) para variables continuas, para este último nivel de análisis se recurrió al paquete estadístico SAS© (2004).

## Resultados

Un primer análisis da cuenta que en promedio a los 18 meses de haber recibido el apoyo gubernamental para la construcción del invernadero, un 18.4% de las empresas se encontraban inactivas (Cuadro 3 y Figura 1). Este dato podría considerarse favorable en el contexto de empresas de otros giros, pues la Secretaría de Economía (2011) reporta que el 65% de las empresas nuevas que se crean en un año desaparecen antes de los dos años.

**Cuadro 3. Universo de análisis de estudio en relación a la situación de la empresa.**

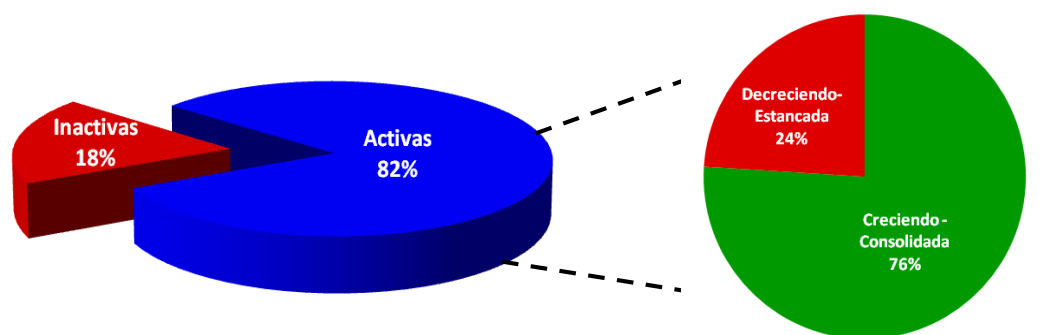
Estudios Realizados	Empresas Activas		Empresas Inactivas		Total
	n	%	n	%	n
Chihuahua	25	74	9	26	34
Guanajuato	36	57	27	43	63
Michoacán 01	23	79	6	21	29
Morelos	17	77	5	23	22
Michoacán 02	27	100	-	-	27
Jalisco	54	87	8	13	62
Distrito Federal	246	89	30	11	276
Tlaxcala	88	74	31	26	119
Total	516	81.6	116	18.4	632

Fuente: Elaboración propia con base en el análisis de datos de las encuestas.

Para el caso de los invernaderos, Ponce (2011), menciona que el índice de abandono de los proyectos de agricultura protegida es nulo cuando las regiones productoras están vinculadas al mercado de exportación (tal es el caso de los estados de Chihuahua, Jalisco y Michoacán); en cambio, en algunas otras entidades, el índice de abandono es de hasta un 40% (AMHPAC, citado por Ponce, 2011). En base a los datos arrojados en el Cuadro 3, se encontró que la mayor proporción de las empresas inactivas están en el estado de Guanajuato.

Sin embargo, al analizar el estatus de las empresas activas, el 76% se clasifican en la modalidad creciendo-consolidada y el 24% restante estaban decreciendo-estancada (Figura 1). Estos datos revelan que a 18 meses en promedio de entregado el apoyo gubernamental para la instalación de los invernaderos tan sólo el 82% de las empresas beneficiadas estaban activas.

## Situación de la empresa



**Figura 1. Situación y estatus de la empresa**

Fuente: Elaboración propia con base en el análisis de datos de la encuesta.

## Dinámica de la innovación

En el Cuadro 4, los resultados muestran el análisis de varianza de las siete variables que integran el factor dinámica de la innovación en los cuales se detectaron diferencias altamente significativa ( $p < 0.01$ ), para la variable InAI mercado-organización; administración; prevención; sanidad; nutrición e InAI general mientras que el InAI manejo agronómico no lo tuvo ( $p > 0.1$ ).

**Cuadro 4. Variables continuas de la dinámica de la innovación**

FACTOR	ESTATUS		Significancia
	Creciendo-Consolidada	Decreciendo-Estancada	
<b>F6. Dinámica de la innovación</b>			
<b><i>F 6.1 InAI Mercado-Organización</i></b>	0.25 <sup>b</sup> (n=234) EE(±0.01 )	0.16 <sup>a</sup> (n=79) EE(±0.02 )	***
<b><i>F 6.2 InAI Administración</i></b>	0.25 <sup>b</sup> (n=271) EE(±0.02 )	0.17 <sup>a</sup> (n=132) EE(±0.02 )	***
<b><i>F 6.3 InAI Prevención</i></b>	0.34 <sup>b</sup> (n=271) EE(±0.02)	0.26 <sup>a</sup> (n=132) EE(±0.02)	***
<b><i>F 6.4 InAI Sanidad</i></b>	0.33 <sup>b</sup> (n=271) EE(±0.02 )	0.22 <sup>a</sup> (n=132) EE(±0.02)	***
<b><i>F 6.5 InAI Nutrición</i></b>	0.26 <sup>b</sup> (n=271) EE(±0.02)	0.16 <sup>a</sup> (n=132) EE(±0.02 )	***
<b><i>F 6.6 InAI Manejo Agronómico</i></b>	0.34 <sup>a</sup> (n=271) EE(±0.02 )	0.32 <sup>a</sup> (n=132) EE(±0.02)	NS
<b><i>F 6.7 InAI General</i></b>	0.32 <sup>b</sup> (n=325)	0.26 <sup>a</sup> (n=163)	***

EE( $\pm 0.01$ )

EE( $\pm 0.02$ )

---

Medias dentro de las columnas con diferente literal indican diferencias significativas; según prueba de Scheffé

\*\*\*1% NS: No significativo.

± Error Estándar.

Fuente: Elaboración propia con base en el análisis de datos de la encuesta.

La innovación permite a las empresas lograr ventajas competitivas sostenibles en el tiempo y representan un elemento determinante del crecimiento económico. Autores como Regev (1998) y Cainelli *et al.* (2004) señalan que las empresas que realizaron más innovaciones, mejoraron significativamente su productividad laboral y tuvieron mayores ventas que aquellas empresas que no realizaron ninguna innovación, reforzando la conclusión de Schumpeter (1935) en relación a que las empresas deben ser innovadoras para no dejar de existir. En este trabajo los niveles de innovación de las empresas de agricultura protegida fueron altamente significativas en las variables InAI Mercado-Organización, Administración, Prevención, Sanidad, Nutrición e InAI General mientras que el InAI Manejo Agronómico no la tuvo ( $p > 0.1$ ); para el caso de esta última variable, se considera que son innovaciones difundidas en mayor medida por los productores, puesto que el proceso de aprendizaje y adopción descansa en la experiencia directa, cimentada en el simple hecho de la demostración y la repetición. Bajo este contexto García *et al.* (2011) encontraron que la adopción de innovaciones con un InAI promedio mayor es la que corresponde al manejo agronómico, casi el 50%, esto se explica por el aprendizaje empírico e individual de los procesos y técnicas necesarias para el cultivo de jitomate.

Por último, es importante señalar que las empresas que tienen un estatus creciendo-consolidada deben su éxito a una combinación adecuada del aprendizaje empírico, colectivo e individual de los procesos y técnicas necesarias para la producción. Con esto se logra también identificar las innovaciones tecnológicas, administrativas, organizativas o comerciales que se deben realizar para mejorar los procesos y técnicas en las áreas de producción bajo los sistemas de AP, tal como lo afirman Klerkx *et al.* (2010), que la innovación agrícola no sólo se refiere a nuevas tecnologías, sino también a la forma de vender y comprar, a la organización de productores, al cambio institucional, acceso a mercados, cuidado del ambiente, entre otras.

## Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir lo siguiente:

En promedio a los 18 meses de haber recibido el apoyo gubernamental para la construcción del invernadero, una cuarta parte de las empresas activa, se encontraban estancadas o decreciendo. Las razones de abandono o inactividad de las empresas del sector productivo en cuestión, se debe a que existe una insuficiente integración de los supuestos grupos de productores beneficiarios de este tipo de apoyos, algunos se aventuran sin el cumplimiento de ciertas condiciones de inversión, el estar en la escala incorrecta, desequilibrios comerciales, entre otros; todo esto trae como consecuencia niveles insuficientes de competitividad.

Una de las estrategias complementaria es buscar que los productores más innovadores compartan el conocimiento que poseen con los de menos nivel de innovación, a través de la interacción de productor a productor, con lo cual se puede incrementar la masa crítica necesaria para detonar procesos de innovación considerando para ello los vínculos que ya existen entre los productores.

El proceso de innovación requiere (además del propio productor) que el mercado incentiven cambios y mejoras en la producción.

Respecto al trabajo de investigación, es necesario propiciar la puesta en marcha de emprendimientos productivos con personas que tienen conocimiento empírico sobre la actividad económica a realizar y acompañarlos desde el inicio con asesoría y capacitación ya que esto aumenta las probabilidades de que la empresa rural permanezca operando en el largo plazo. Las condiciones operativas actuales de la mayoría de las empresas son precarias y heterogéneas, por lo tanto, se requieren instrumentar estrategias de corto y mediano plazo diferenciadas que fortalezca su proceso de crecimiento.

Para todas aquellas variables que tuvieron una influencia significativa en la permanencia de empresas con agricultura protegida se recomienda ampliar el análisis con técnicas multivariadas para estudios posteriores.

## **Referencia Bibliográfica**

Aguilar A. J., Muñoz R. M., Rendon M. R. y Altamirano C. J. R. 2007. Selección de actores a entrevistar para analizar la dinámica de innovación bajo un enfoque de redes. Ed. UACH-CIESTAAM/SAGARPA-INCARURAL/CP. México. 47 p.

Bielinski M. S., Obregón O. H. A. y Salamé D. T. P. 2010. Producción de hortalizas en ambientes protegidos: Estructuras para la agricultura protegida. Departamento de ciencia de la horticultura, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida.

Brambila P. J. 2006. En el umbral de una agricultura nueva. Colegio de Posgraduados.

Cainelli, G., Evangelista, R., and Savona, M. (2004). The impact of innovation on economic performance in services. *The Service Industries Journal*, 24 (1), 116-130.

Calvin L. and Cook R. 2001. U.S. fresh fruit and vegetable marketing: emerging trade practices, trends, and issues. Economic Research Service, USDA. *Agricultura Economic Report* (795).

Cook R. and Calvin L. 2005. Greenhouse Tomatoes Change the Dynamics of the North American Fresh Tomato Industry. *Economic Research Report*, USDA,



Economic Research Service (2). Disponible en:  
<http://www.ers.usda.gov/publications/err2/>

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). 2007. Agricultura Protegida: Cultivo de Tomate en Invernadero Costos de cultivo y Análisis de rentabilidad 2006. Dirección de Consultoría en Agronegocios Dirección Regional del Norte.

García S. E. I. 2012. El sistema regional de innovación en la agricultura protegida de Tlaxcala. Tesis de maestría. CIESTAAM-UACH. México. 154 p.

García S. E. I., Aguilar A. J. y Bernal M. R. 2011. La Agricultura Protegida en Tlaxcala, Méjico: La Adopción de Innovaciones y el Nivel de Equipamiento como Factores para su Categorización. Teuken Bidikay. Pp193 – 212.

Grupo GAM Consultores S. C. 2009. Informe de evaluación del programa para la promoción de agricultura en condiciones controladas para productores de menos de tres hectáreas, SAGARPA.

Kinsey J. 2005. Tendencias en la economía de alimentos. Comercio Exterior 55 (3): 249-253.

Klerkx, L., Aarts, N. and Leeuwis, C. 2010. Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems*, 103 (6), 390-400.

Moreno R. A., Aguilar D. J. y Luévano G. A. 2011. Características de la agricultura protegida y su entorno en México. *Revista Mexicana de Agronegocios* 15(29): 763-774.

Muñoz R. M., Aguilar A. J., Rendón M. R. y Altamirano C. J.R. 2007. Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. CIESTAAM-UACH. FAO.

Ponce C. P. 2011. Panorama Mexicano: Revisión de los datos de la Industria de los Invernaderos en México. Disponible en: <http://www.hortaliZ3S-Com/notici35/?storyid=2721>

Regev, H. (1998). Innovation, skilled labour, technology and performance in Israeli industrial firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 5 (4), 301-324.

SAS. 2004. SAS/STAT ®. User's Guide, Version 9.1. USA: SAS Institute Inc.

Secretaría de Ganadería Agricultura Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009. Programa de Ejecución Directa de Agricultura Protegida. Disponible en: <http://www.amhpac.org/contenido/plan%20nacional%20de%20agricultura%20protegida%202012.pdf>

Secretaría de Economía. 2011. Diagnóstico de la relación entre el financiamiento y las pymes semana de la pequeña y mediana empresa. Disponible en: <http://www.economia.gob.mx>

Suárez R. y Bejarano E. 2001. Modelos de organización de empresas agropecuarias. CEGA, Documentos de trabajo (9). 184 p.

Schumpeter, J. A. (1935). Análisis del cambio económico. *The Review of Economics Statistics*, 17 (4), 2-10.