

## Otras publicaciones del CIESTAAM

### Libros

La leche y los quesos artesanales en México

Mario Calvino. *Jornada de Homenaje*

La Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.  
*Una historia de identidad compartida. Vol. I*

El campo mexicano: 1970-2007. *Un análisis a partir de los censos agrícolas, ganaderos y ejidales*

Curanderos. *Conocimiento y tradición*

Del extensionismo agrícola a las redes de innovación rural

Etapas del mapeo de redes territoriales de innovación

Microempresas y formación de patrimonio en los hogares rurales. *Un acercamiento a partir de las agroindustrias en Tlaxcala*

### Reportes de Investigación

El enfoque de sistemas agroalimentarios localizados - SIAL: propuestas para el fortalecimiento metodológico. *Reporte 92*

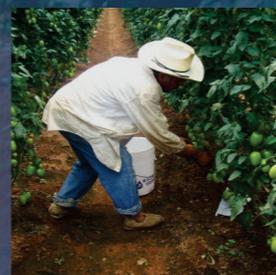
Acción colectiva campesina en el México de la posguerra. Ciclo de disenso 1958 y 1964. *Reporte 91*

Pilares de las organizaciones rurales que perduran. *Reporte 90*

El sector lechero y quesero en México de 1990 a 2009: entre lo global y local. *Reporte 89*

El sistema agroalimentario (SIAL): otra visión de la lechería de la región centro de Michoacán. *Reporte 88*

Alternativas a la problemática ocasionada por lactosueros en el Valle de Tulancingo, Hidalgo. *Reporte 87*



# Reporte de investigación 93

Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial  
Junio 2013 / Núm. 93

Políticas públicas para el fomento de clústers de horticultura protegida con pequeños productores:

*Lecciones aprendidas*

Norman Aguilar Gallegos  
Manrubio Muñoz Rodríguez  
Vinicio Horacio Santoyo Cortés  
Jorge Aguilar Ávila



ISBN: 978-607-12-0298-7



9 786071 202987

Universidad Autónoma Chapingo

# Reporte de Investigación

93

Políticas públicas para el fomento  
de clústers de horticultura protegida  
con pequeños productores:

*Lecciones aprendidas*



# Reporte de Investigación

93

Políticas públicas para el fomento  
de clústers de horticultura protegida  
con pequeños productores:  
*Lecciones aprendidas*

Norman Aguilar Gallegos  
Manrrubio Muñoz Rodríguez  
Vinicio Horacio Santoyo Cortés  
Jorge Aguilar Ávila



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

MÉXICO, 2013

**Cita correcta de este trabajo:**

Aguilar-Gallegos, N.; Muñoz-Rodríguez, M.; Santoyo-Cortés, V.H.; Aguilar-Ávila, J. 2013. **Políticas públicas para el fomento de clústers de horticultura protegida con pequeños productores: Lecciones aprendidas**, *Reporte de Investigación núm. 93*. UACH-CIESTAAM, México. 38 p.

Formación: Gloria Villa Hernández

Diseño de portada: Álvaro Luna Castillejos

Primera edición, junio 2013

ISBN: 978-607-12-0185-0 Obra completa

ISBN: 978-607-12-0298-7 Volumen

D.R. © Universidad Autónoma Chapingo

km 38.5 carretera México-Texcoco

Chapingo, Texcoco, Estado de México, CP 56230

Tel: 01(595)95 21500 Ext. 5142

Correo electrónico: [isbnchapingo@gmail.com](mailto:isbnchapingo@gmail.com)

Impreso en México.

# Presentación de la serie *Reportes de Investigación*

El Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) es un centro de investigación y posgrado, con sede en la Universidad Autónoma Chapingo, México, fundado en 1990, cuya misión es realizar investigación y formar recursos humanos de alto nivel científico con capacidad para analizar el entorno, diseñar, implementar y evaluar estrategias innovadoras orientadas a incidir en la solución de la problemática del sector agroalimentario y rural, con un enfoque participativo, sustentable y de respeto por las culturas locales.

Actualmente el CIESTAAM está integrado por tres programas de posgrado y dos programas de investigación; en los últimos participan grupos interdisciplinarios, constituidos por profesores-investigadores y alumnos del Centro, asimismo, investigadores de otros departamentos de la UACH, quienes, a partir de la investigación y el análisis de los problemas económicos, sociales y tecnológicos de la agroindustria y la agricultura, generan resultados y conocimientos que se difunden a través de los diferentes tipos de publicación establecidos en el Reglamento Editorial del CIESTAAM, con una visión integral, crítica y propositiva, priorizando las necesidades de la sociedad rural y los intereses de los grupos mayoritarios.

En ese contexto surgieron en 1990 los *Reportes de Investigación del CIESTAAM* que se constituyeron en una serie de documentos académicos con la finalidad de ofrecer de manera expedita los resultados del trabajo de los investigadores que se aglutinaron en torno a este Centro, y que se encuentran enmarcados en las líneas de investigación que en él se desarrollan.

Característica fundamental de los reportes de investigación es el tratamiento y la actualidad de los temas publicados mediante ediciones sencillas, de tiraje corto y oportuno, con números consecutivos, correspondiendo al presente el *número 93*.

El contenido de nuestros *Reportes* se encuentra respaldado por un Comité Editorial que norma y dictamina la pertinencia de su publicación, para posteriormente ser sometidos al arbitraje de expertos en la temática correspondiente; una vez cubiertos estos requisitos se ponen a disposición de nuestra comunidad universitaria y de los diversos sectores interesados.

# Universidad Autónoma Chapingo

Dr. Carlos Alberto Villaseñor Perea

RECTOR

Dr. Ramón Valdivia Alcalá

DIRECTOR GENERAL ACADÉMICO

Dr. J. Reyes Altamirano Cárdenas

DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

Ing. J. Guadalupe Gaytán Ruelas

DIRECTOR GENERAL DE ADMINISTRACIÓN

M.C. Domingo Montalvo Hernández

DIRECTOR GENERAL DE PATRONATO UNIVERSITARIO

Biól. María de Lourdes Rodríguez Ramírez

DIRECTORA GENERAL DE DIFUSIÓN CULTURAL Y SERVICIO

Dr. V. Horacio Santoyo Cortés

DIRECTOR DEL CUESTAAM

Lic. Rocío Guzmán Benítez

JEFA DEL DEPARTAMENTO DE PUBLICACIONES

*Reporte de Investigación núm. 93*

**Políticas públicas para el fomento de clústers de horticultura protegida  
con pequeños productores: *Lecciones aprendidas***

Norman Aguilar Gallegos<sup>1</sup>, Manrubbio Muñoz Rodríguez<sup>1,2</sup>, Vinicio Horacio Santoyo Cortés<sup>1</sup>, Jorge Aguilar Ávila<sup>1</sup>

Comité Editorial:

*Fernando Cervantes Escoto*

*J. Antonio Leos Rodríguez*

*Jorge G. Ocampo Ledesma*

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

Edición a cargo de la Oficina Editorial del CUESTAAM

<http://www.ciestaam.edu.mx>

---

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CUESTAAM) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Km. 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México, C.P. 56230. Tel (595) 9521500. [aguilar.norman@gmail.com](mailto:aguilar.norman@gmail.com)

<sup>2</sup> Autor de correspondencia [manrubbio2000@yahoo.com.mx](mailto:manrubbio2000@yahoo.com.mx)

# Contenido

Introducción	9
Materiales y métodos	11
Descripción de los productos generados	13
Número de productos generados	15
Sistematización y análisis de datos	15
Resultados y discusión	18
Cobertura del Programa	18
Perfil de las UPF apoyadas	19
Avance de obra e inicio de actividades	22
Desempeño de la proveeduría	24
Nivel tecnológico de los invernaderos	26
El efecto de la asistencia técnica especializada	30
Análisis económico de la actividad	33
Lecciones aprendidas	35
Literatura citada	37



# Introducción

La horticultura es considerada una actividad ancestral, pero en los últimos 100 años han ocurrido cambios tecnológicos muy importantes en tres grandes áreas: física, química y biológica. Para la horticultura protegida<sup>1</sup>, estos cambios cobran mayor relevancia porque han permitido el desarrollo de las cubiertas plásticas y el uso de la biotecnología, lo cual ha traído grandes beneficios como el mejoramiento genético, mayores rendimientos, producciones fuera de temporada, mayor vida de anaquel, mejoramiento de la calidad, etcétera. Estos desarrollos también se ven reflejados en la organización y en la especialización de la producción; ejemplos de ello se tienen en California, EUA; en China con más de un millón de hectáreas de invernadero (Janick, 2007); en Europa, donde destacan los emblemáticos casos de Holanda y la provincia de Almería en España, que en las últimas tres décadas han desarrollado rápida y fuertemente una industria en torno a los invernaderos (Gary, 2000). En el caso de México, también existen ejemplos de menor escala pero interesantes como son Villa Guerrero en el Estado de México con un gran dinamismo en la actividad florícola bajo invernadero, así como Xochimilco en el Distrito Federal; casos de mayor escala los encontramos en los estados de Tamaulipas, Sinaloa, Baja California, entre otros. La promoción de la horticultura en países en desarrollo ha tenido gran importancia para la generación de empleo y la reducción de la pobreza (Weinberger y Lumpkin, 2007); es así que en México, también ha cobrado importancia en regiones con altos niveles de marginación y como mecanismo para aumentar el ingreso en las familias y así reducir la pobreza.

En México, la horticultura protegida ha tomado gran auge en la última década, siendo una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario. Las cifras indican que en 1999 existían 721 hectáreas (ASERCA, 2009)<sup>2</sup>; para 2005 eran 3 214 ha (ICEX, 2006)<sup>3</sup>; posteriormente, en el 2008 se reportaban

---

<sup>1</sup> Por Horticultura Protegida se entiende a “un cultivo protegido dentro de una techumbre o casa (comúnmente llamada invernadero, malla sombra, micro o macro túnel...) en la cual se pueden controlar en mayor o menor medida las variables que inciden en la fotosíntesis de las plantas y por ende en su producción como son: agua, nutrientes, entrada de insectos, energía lumínica, oxígeno, bióxido de carbono, temperatura y humedad relativa” (Campaña, C. Presidente de la AMHPAC. [www.agrotransfer.com](http://www.agrotransfer.com), fecha de consulta 12 de enero del 2011).

<sup>2</sup> ASERCA: Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria.

8 569 ha (SAGARPA, 2009)<sup>4</sup>; en el 2011, las cifras alcanzaron las 11 759 ha (Ponce, 2011); es decir, en este periodo (1999 – 2011) la tasa de crecimiento promedio anual de la horticultura protegida en México fue de 26.2%.

Este crecimiento tan importante se ha dado por dos tipos de inversiones: la privada y la pública, como lo indica Moran y Cocklin (1989), el Estado juega un papel importante en los sistemas rurales y tiene una fuerte influencia sobre ellos, y la promoción de la horticultura protegida no es la excepción. En el período 2001 a 2007, tanto los Gobiernos estatales<sup>5</sup> como el federal, destinaron recursos públicos en forma de subsidios para este rubro, que ascienden alrededor de 2 045 millones de pesos<sup>6</sup> para el apoyo de 6 074 proyectos del mismo giro, en beneficio de 50 806 productores para sumar una superficie de 2 102 ha (SAGARPA, 2009).

Sin embargo, estos subsidios se han traducido en proyectos de bajo impacto tanto productivo como comercial, puesto que en promedio los invernaderos construidos ascienden a 3 460 m<sup>2</sup> con 8.4 socios por cada invernadero; es decir, a cada productor le corresponden 413.6 m<sup>2</sup>. De esta manera, coincidimos con Ponce (2011) que indica que el 86% de la superficie bajo horticultura protegida en México es de construcciones con menos de 0.5 ha. Esto representa una desventaja frente a los grandes productores, toda vez que se dificulta la proveeduría de insumos, se elevan los costos de certificación, se complica la integración a los mercados, existe mayor susceptibilidad a la fluctuación de precios y la especialización de la mano de obra no se encuentra presente (Weinberger y Lumpkin, 2007), además de limitar el acceso al financiamiento y la capitalización de la actividad.

En este sentido, diversas evaluaciones realizadas a los programas públicos que subsidian la inversión en activos fijos (evidencia acumulada por la UACh<sup>7</sup> en su carácter de Centro de Calidad de los Servicios Profesionales para el Desarrollo Rural entre 2002 y 2006), han concluido que al comparar el desempeño de otros giros productivos que también reciben subsidios (como la ganadería bovina, la pequeña agroindustria rural, la agricultura a cielo abierto, las empresas de servicios, etc.), la horticultura protegida presenta las mayores tasas de fracaso. En efecto, al momento de la evaluación, el 39% de las unidades de producción (invernaderos) se encontraban inactivas o abandonadas, mientras que otro 19% estaban

---

<sup>3</sup> ICEX: Instituto Español de Comercio Exterior

<sup>4</sup> SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

<sup>5</sup> México, es un país constituido por 32 entidades federativas.

<sup>6</sup> A finales del 2007, 10.85 pesos mexicanos equivalían a un dólar americano (<http://www.sat.gob.mx>).

<sup>7</sup> UACh: Universidad Autónoma Chapingo.

estancadas o decreciendo al obtenerse rendimientos por metro cuadrado inferiores al punto de equilibrio. Entre los factores que explican estos altos índices de inactividad, están: 1. El diseño de los invernaderos, así como la calidad de los materiales utilizados en la construcción; 2. La falta de experiencia previa en la actividad por parte de los productores; 3. Escasa asistencia especializada para la producción y por ende, bajo desarrollo de capacidades en los productores, y 4. Los canales y la forma de comercialización, en la mayoría de las ocasiones se realiza a través de intermediarios y sin la presentación (diseño de marca, selección por calidad, etc.) adecuada de la producción.

Bajo este contexto, el objetivo de la presente investigación es analizar la política pública para el fomento de la horticultura protegida en México, tomando como base una evaluación realizada durante 2008 y 2009 a un Programa Federal para la promoción de la Horticultura Protegida en el País; esto para hacer más eficiente la toma de decisiones en cuanto a los apoyos destinados hacia este sector y así obtener mejores impactos en la creación de empresas perdurables y mejores beneficios en términos de creación de empleo, riqueza y reducción de la pobreza.

## Materiales y métodos

A mediados del año 2007, la SAGARPA decidió implementar el *Programa para la Promoción de Agricultura en Condiciones Controladas para Productores Menores de Tres Hectáreas* con el objeto de hacer de las empresas rurales subsidiadas dentro del rubro de agricultura protegida, empresas rentables generadoras de riqueza y empleo. Por ello, la dependencia federal emitió una convocatoria en el periodo que comprendió del 28 de junio al 15 de agosto del 2007; como parte de los lineamientos, se establecieron requisitos específicos para acceder a los apoyos, los cuales fueron:

- Ser productor agropecuario con menos de tres hectáreas, localizado preferentemente en comunidades de alta y muy alta marginalidad y/o pertenecer a grupos prioritarios, como indígenas y mujeres.
- Preferentemente tener conocimientos de producción en ambientes protegidos.

- Presentar propuesta para la puesta en marcha y operación de un *proyecto modular* en el que participaran al menos ocho jefes de familia o Unidades de Producción Familiar (UPF). Dicho proyecto debería considerar:
  - Instalación mínima de 1.5 ha de superficie bajo cubierta en una misma localidad o en localidades colindantes con el propósito de garantizar su integridad como módulo, y en el que cada unidad de producción fuera operada por un jefe de familia.
  - Dimensión mínima por unidad de producción de 500 m<sup>2</sup>.
  - Construcción de un Centro de Servicios integrado por centro de acopio para beneficio, empaclado y apoyos a la producción, operado por una organización económica constituida o por constituirse con los mismos productores del módulo, cuyas características fueran congruentes con el tipo de producto y producción proyectados.
  - Presupuesto de inversiones, fuentes de financiamiento y proyección de ingresos y egresos anuales, para las diferentes etapas del proyecto.
  - Programa de producción y diversificación productiva para la operación del módulo durante todo el año.
  - Estrategia comercial y de abasto que incluyera programa de compras de insumos y comercialización en forma integrada.
  - Programa de capacitación, asesoría técnica y gerencial para la puesta en marcha y el primer año de operación, incluyendo el *curriculum vitae* del asesor, consultor o empresa de servicios.
- El predio para el centro de acopio debía ser propiedad del grupo o la organización económica proponente del proyecto. Los invernaderos debían localizarse en predios de los solicitantes y contar con vías de comunicación accesibles, disponibilidad de agua durante todo el año, acceso a energía eléctrica y definición clara de los derechos de propiedad.
- Comprometerse a realizar las aportaciones correspondientes.
- Constituirse como organización económica o entregar una carta en la que se comprometían a constituirse en un periodo no mayor a 12 meses y definir en sus estatutos y reglamentos la propiedad colectiva del centro de acopio.

La convocatoria contemplaba dentro de los montos de apoyo, tres rubros: 1. Bienes de capital que el proyecto requeriría (maquinaria, equipo, herramientas, infraestructura, instalaciones, etc.); 2. Capital de trabajo para el arranque de la operación del proyecto durante el primer ciclo productivo, para la

implementación de paquetes tecnológicos; y, 3. El pago de capacitación y asistencia técnica para asegurar la adecuada operación de las actividades agrícolas; además del acompañamiento en el primer ciclo de producción.

De esta manera, se dictaminaron como viables y positivos 99 proyectos distribuidos en 19 entidades federativas del país, para beneficio de 1 524 UPF<sup>8</sup> (Unidades de Producción Familiar), para lo que se construirían 1 222 invernaderos con una superficie calculada de poco más de dos hectáreas (2 064 098 m<sup>2</sup>).

Sin embargo, estos datos fueron en la planificación del Programa. Al final y durante la ejecución, estas cifras cambiaron y para poder evaluar lo que había sucedido se diseñaron diferentes cédulas o instrumentos (productos) para la toma de datos que se levantaron en diferentes etapas. Todos los productos se generaron entre el mes de noviembre del 2007 y el mes de agosto del 2009. Dependiendo del estatus de cada etapa del proyecto, fue el producto que se generaba; por ejemplo, el *Perfil de la UPF* fue de los primeros productos aplicados, el *Perfil del invernadero* se recababa cuando la construcción del mismo se finalizaba, y otro instrumento como fueron las “*Bitácoras contables*” se desarrollaron durante el primer ciclo productivo y concluían con la finalización de la cosecha; a continuación se describe cada uno de los productos diseñados y generados.

## Descripción de los productos generados

### *Perfil de la UPF*

Se registraron las variables para caracterizar a los beneficiarios de los apoyos, entre algunas de ellas tenemos: edad, escolaridad, género, principal fuente de ingresos, experiencia previa en la actividad, conformación de la UPF en cuanto a miembros de la familia, entre otras.

---

<sup>8</sup> El término UPF se refiere a cada uno de los integrantes que componían en conjunto cada proyecto; es decir, un proyecto estaba conformado por varias UPF. Y cada UPF estaba representado por un jefe de familia, la mayoría de ellas diferentes o con cierto nivel de parentesco. De esta manera, se dice que una UPF es una familia con un invernadero y por ello se le dice Unidad de Producción Familiar. En este entendido, cada UPF debería de tener un invernadero durante la operación del proyecto. Se podría pensar que las cifras no coinciden pero esto se debió a que en algunas situaciones particulares, varias UPF se organizaron para construir un invernadero de mayor tamaño y no varios invernaderos de menores dimensiones por cada UPF.

### *Avance de obra*

Para tener una medición del avance de la obra en la construcción de los invernaderos, ésta se dividió en seis fases principales, las cuales se monitoreaban al menos cada dos meses, estas son: 1. Nivelación y cimentación; 2. Colocación de postes; 3. Estructura del invernadero terminada; 4. Colocación de mallas y plásticos; 5. Implementación del equipo del invernadero (sistemas de riego, calefacción, entre otros); y, 6. Inicio del ciclo productivo. Con estos datos se pudo calcular un avance en la construcción de los invernaderos, expresado como porcentaje, además del tiempo necesario para finalizar la obra.

### *Evaluación de la proveeduría del invernadero*

Se aplicó una encuesta de percepción cualitativa que tenía el personal encargado de la asistencia técnica a los productores, sobre la proveeduría del constructor del invernadero. Las variables que se tomaron fueron: capacidad del proveedor (infraestructura con la que cuenta y solvencia financiera), calidad de los materiales utilizados, funcionalidad del invernadero según el diseño propuesto, capacidad técnica del personal encargado de la construcción, desempeño observado y, si recomendaría al proveedor para futuros proyectos. Este producto se obtuvo por proyecto y se recabó únicamente en los proyectos que iniciaron la construcción del invernadero.

### *Perfil del invernadero*

Se tomaron datos sobre las características generales de los invernaderos construidos, tales como: ubicación geográfica (latitud, longitud y altitud), diseño del invernadero, tamaño y dimensiones generales, área de ventilación, equipamiento (sistema de riego, enfriamiento y calefacción; cobertura de la superficie de los pasillos, entre otros), instrumentación (medidores de pH y conductividad eléctrica, medidores de temperatura y humedad relativa, estación meteorológica, etcétera). Este producto se recabó sólo en aquellos invernaderos que finalizaron la construcción del mismo.

### *Bitácoras contables*

Una vez concluida la construcción de los invernaderos y con el inicio del ciclo productivo, se registraron las variables referidas a los egresos derivados de la actividad (establecimiento del cultivo, compra de fertilizantes y agroquímicos, pago de mano de obra, cosecha, entre otros), además se tomaron datos de los ingresos provenientes de la cosecha así como las fechas de la misma y, los canales de

comercialización de la producción. Este producto sólo se recabó en aquellos invernaderos que pudieron iniciar y finalizar con todo un ciclo productivo. Además, debido a la necesidad de información robusta y de la mejor calidad posible, este producto se redujo en cantidad pero se aseguró tener representatividad de todo el Programa.

## Número de productos generados

Como ya se mencionó, el número de productos generados, durante el periodo que abarcó este estudio, varió según fuera el producto que se tratase. Además, situaciones como el avance en la ejecución del Proyecto, la construcción del invernadero y la implementación del ciclo productivo, fueron determinantes para la generación de cada uno de ellos. Esto es importante comentarlo porque durante el análisis de la información y la presentación de resultados sólo se hará referencia a cada uno de los productos en específico. En el cuadro siguiente se muestra el número de productos generados.

**Cuadro 1. Número de productos generados**

Producto	Número
Perfil de la UPF	1 524
Evaluación de la proveeduría del invernadero	84
Avance de obra	99
Perfil del invernadero	529
Perfil del técnico	90
Plan de formación	99
Bitácoras contables	114

## Sistematización y análisis de datos

### *Sistematización de la información*

Para analizar todos los datos obtenidos de los diferentes productos descritos, se generaron bases de datos independientes de cada uno de ellos, en general se utilizó la hoja de cálculo de Microsoft Excel para este procedimiento.

### *Estratificación de los invernaderos*

Para utilizar alguna variable como punto de corte y así encontrar diferencias entre los invernaderos construidos, analizar algunas relaciones en particular o encontrar datos casuísticos, se procedió a estratificar a los invernaderos de acuerdo a la superficie de éstos, clasificándolos en tres niveles: el Estrato 1 abarca a los invernaderos cuya superficie llega hasta los 1 500 m<sup>2</sup>, esto debido a que es común el apoyo para invernaderos menores a esta superficie; el Estrato 2 considera a los invernaderos con superficies mayores a 1 500 m<sup>2</sup> y hasta 5 000 m<sup>2</sup>; por último, el Estrato 3, los que son mayores a 5 000 metros cuadrados. No se incluye una clasificación de “mega” invernaderos pues no existió ningún invernadero que rebasara las cinco o diez hectáreas.

### *Nivel tecnológico de los invernaderos*

Con base en 37 variables que se incluyen en el *Perfil del invernadero*, se analizó el nivel tecnológico de cada uno de ellos, teniendo en cuenta que algunas variables impactan más en la facilidad de manejo de los invernaderos y del cultivo en general; otras variables, influyen en la sanidad del cultivo y; por último, otras más hacen referencia a la instrumentación y equipamiento. Por tanto, las 37 variables se clasificaron en cada una de estas categorías: 1. Manejo del invernadero y del cultivo; 2. Sanidad del Cultivo y; 3. Instrumentación y equipamiento del invernadero. El nivel tecnológico de los invernaderos resulta del promedio de los tres indicadores referidos a cada categoría, de esta manera se entiende que cuando mayor es el promedio mayor es el nivel tecnológico de los invernaderos, y viceversa.

El indicador se calculó a partir de una ponderación de las variables según fuera el caso, la mayoría de éstas dicotómicamente considerando sí tenían, o no contaban con la variable, asignando 1 para el sí y 0 para el no. Un pequeño número de variables, sólo tres de las 37, se ponderaron asignando 0 para un nivel básico, 1 para un nivel medio y 2 para un nivel alto en cuanto a los niveles de la construcción o equipamiento; por ejemplo: 0: pasillo del invernadero con suelo natural; 1: pasillo con material inerte; 2: pasillo con *groundcover*. De esta manera, el nivel tecnológico se obtuvo como el promedio de los tres cocientes, expresado en porcentaje. Para calcular el nivel de cada categoría, se obtiene la suma de las ponderaciones de las variables con las que cuenta el invernadero y se divide entre el total de puntos ponderados máximos que podría obtener en cada categoría.

## *Análisis económico de la actividad*

Los costos fijos (CF), aquellos costos que no dependen de la cantidad de *output* producida (Krugman y Wells, 2006), se dividieron en dos grandes grupos: 1. Los costos de establecimiento de infraestructura; y, 2. Los costos de establecimiento de equipo. Para agregar estos costos de manera depreciada a los costos totales de producción se consideró, de manera general, una depreciación de la estructura (acero, cimientos, etcétera) de diez años; por otra parte, para el equipamiento, plásticos, mallas y demás instrumentos se consideraron cinco años de depreciación.

Para cuantificar los costos variables (CV); es decir, el costo que depende de la cantidad de *output* producido (Krugman y Wells, 2006), se definieron tres grupos: 1. Los costos derivados de la administración y ventas; 2. Los costos de operación y; 3. Los costos de producción. El costo total (CT) de producción, se obtuvo con la suma de los costos fijos (CF) y de los costos variables (CV).

El ingreso total (IT) proveniente de la actividad, se calculó a partir de la suma de los ingresos parciales, resultado de multiplicar la cantidad de producto cosechado por el precio de venta que en ese momento tenía el producto en el mercado.

La relación beneficio costo (R B/C) se calculó a partir de las variables anteriores como el cociente de los ingresos totales entre los costos totales; es decir,  $R B/C = IT / CT$ . Observándose tres posibles resultados, de mayor a menor en cuanto a beneficios al productor: 1.  $R B/C > 1$ , los ingresos son mayores a los costos generados por la actividad; por lo cual, el proyecto está generando riqueza; 2.  $R B/C = 1$ , los ingresos son iguales a los costos derivados de la actividad productiva; por tanto, el proyecto no está generando riqueza pero no se está incurriendo en pérdidas para el productor y; 3.  $R B/C < 1$ , en este caso los ingresos son menores que los egresos, por lo cual el proyecto está resultando en pérdidas al productor.

Para obtener un parámetro más de la rentabilidad de la inversión de los invernaderos se calculó el indicador recuperación de la inversión (RI), que se obtuvo a partir del cociente entre los ingresos totales y los costos fijos; es decir,  $RI = IT/CF$ . Debido a que los IT son producto de un ciclo productivo, el cociente nos indica el número de ciclos necesarios para recuperar la inversión hecha sobre los activos fijos del invernadero; para no tener problemas por el tamaño de los invernaderos, este indicador se calculó en base a mil metros cuadrados. De la misma manera, para tener una idea del impacto del subsidio federal a través de los programas de apoyo a productores, se calculó el mismo indicador, restando a los CF la parte proporcional del subsidio otorgado al productor.

## *Análisis estadístico*

Para analizar la mayoría de las variables se utilizó estadística descriptiva, para ello se recurrió a las fórmulas prediseñadas del software Microsoft Excel y también a las tablas dinámicas. Para algunas variables en específico se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS, 2004) para realizar análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias con la prueba de Scheffé debido a que el número de datos no es homogéneo; además de correlaciones de Pearson y pruebas de Ji-Cuadrada.

# Resultados y discusión

## Cobertura del Programa

El Programa apoyó 99 proyectos ubicados en 19 entidades federativas del país, más la Región Lagunera que abarca dos estados (Coahuila y Durango); por esto no se definió dentro de uno de ellos. Se abarcó a un total de 1 524 UPF (Unidades de Producción Familiar) beneficiadas, que suman 6 474 beneficiarios en total (Cuadro 2). Los módulos (invernaderos) a construir fueron 1 222 ubicados de manera diferenciada por proyecto; es decir, existían proyectos que consideraron la construcción de un solo módulo, hasta un extremo de 107; en promedio existían 12 módulos por proyecto. La superficie total que se estimó para construir fue de 206.4 hectáreas, en donde cuatro estados, de los 19 apoyados, sumaban 49.3% (Oaxaca, Morelos, Hidalgo y Michoacán). Estos mismos estados tuvieron el 40 por ciento de los proyectos apoyados. Para el caso de la superficie promedio resultaron 2.08 hectáreas por proyecto, que superaba los 15 000 m<sup>2</sup> que estipulaban las reglas de operación; sin embargo, hubo proyectos que no cumplieron con esta regla. El promedio por módulo superó en todos los casos los 500 m<sup>2</sup> que estipulaban las mismas reglas y que representó la superficie mínima construida; la máxima cubierta fue de 30 000 m<sup>2</sup>, y el promedio de 1 689 m<sup>2</sup>. Comparando el número de UPF con los módulos, las cifras no son iguales y esto se debe a que en algunos estados “flexibilizaron” las reglas de operación y permitieron que varias UPF sumaran la superficie apoyada y así se redujera el número de módulos (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Cobertura del Programa**

Estado	Pro	UPF	Ben	Mod	Sup	SPP	SPM
Coahuila	1	6	41	8	20 000	20 000	2 500
Durango	3	15	48	15	45 016	15 005	3 001
Guanajuato	5	49	132	27	61 126	12 225	2 264
Guerrero	5	116	389	43	121 006	24 201	2 814
Hidalgo	10	173	705	107	186 388	18 639	1 742
Jalisco	9	96	373	72	127 888	14 210	1 776
México	7	106	521	95	119 352	17 050	1 256
Michoacán	3	52	296	88	151 991	50 664	1 727
Morelos	8	215	889	217	319 660	39 958	1 473
Oaxaca	19	276	1 233	281	360 574	18 978	1 283
Puebla	2	25	93	9	30 000	15 000	3 333
Región Laguna	1	15	73	3	19 400	19 400	6 467
San Luis Potosí	3	31	293	31	47 871	15 957	1 544
Sonora	5	60	193	6	124 000	24 800	20 667
Tabasco	1	18	110	18	18 500	18 500	1 028
Tamaulipas	1	26	82	3	32 478	32 478	10 826
Tlaxcala	4	94	404	74	72 900	18 225	985
Veracruz	6	91	420	74	105 447	17 575	1 425
Yucatán	4	45	137	35	59 500	14 875	1 700
Zacatecas	2	15	42	16	41 000	20 500	2 563
<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>1 524</b>	<b>6 474</b>	<b>1 222</b>	<b>2 064 098</b>	<b>20 849</b>	<b>1 689</b>

Pro: número de proyectos apoyados; Ben: número de beneficiarios; Mod: número de módulos considerados en los proyectos; Sup: superficie total de los proyectos considerados en metros cuadrados (m<sup>2</sup>); SPP: superficie promedio por proyecto en m<sup>2</sup>; SPM: superficie promedio por módulo en m<sup>2</sup>.

## Perfil de las UPF apoyadas

De las 1 524 UPF apoyadas, 33% (501) tienen a una mujer como representante; el promedio de edad (sin diferenciar por género) es de 46.4 años y la escolaridad de 7.0 años. De las UPF analizadas, se evaluó la experiencia que tenían con respecto a la actividad, siendo que sólo el 24% de las UPF habían tenido experiencia en horticultura protegida (Cuadro 3). De las UPF con experiencia en horticultura protegida, poco más de una tercera parte son mujeres. En cuanto a la edad, se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) de los representantes a cielo abierto, éstos son los de mayor edad; en la mayoría de los casos (66%) las edades de los representantes está entre los 31 y 60 años aunque existe una parte considerable de representantes jóvenes (menores de 30 años) con un 15 por ciento, lo que representa una buena fuente de autoempleo. Por su parte, los representantes con mayor escolaridad ( $P < 0.05$ ) son los que ya

tienen experiencia en horticultura protegida, estadísticamente hablando; en este sentido, Bozoğlu y Ceyhan (2007) encontraron que factores como la escolaridad, la experiencia, el uso de crédito, la participación de la mujer y el acceso a información influyen positivamente en la eficiencia técnica, mientras que la edad, tamaño de la familia, los ingresos no agrícolas y el tamaño de la explotación mostró una relación negativa con la eficiencia en explotaciones agrícolas de producción de hortalizas. Un dato importante es la distancia que se tiene hacia donde está ubicado el módulo de producción, en este caso los representantes sin experiencia son los que ubicaron los invernaderos en puntos más lejanos, con diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) con respecto a los otros dos grupos (Cuadro 3). Lo cual nos indica que los productores con mayor experiencia saben que la actividad necesita de cuidados y de mayor atención, es por ello que instalan los invernaderos más cercanos a su vivienda. En suma, las UPF tienen bajos niveles de experiencia previa; sin embargo, los que ya cuentan con ella son más jóvenes y tienen una mayor escolaridad, lo que indica que se tienen las capacidades necesarias para desarrollar la actividad productiva, a su vez esto da cierta certeza o perspectiva sobre los apoyos otorgados pues existen estudios en diferentes actividades que indican que variables como las comentadas influyen en que los proyectos sean exitosos y perduren (Bozoğlu y Ceyhan, 2007; García *et al.*, 2011 y Martínez-González *et al.*, 2011). Además, existe un número considerable de responsables mujeres en las UPF, situación que indica la importancia de la mujer para desarrollar la actividad productiva y la oportunidad que se tiene para promover esta actividad con el género femenino.

**Cuadro 3. Experiencia en la actividad y atributos de los representantes de la UPF**

<b>Tipo de Experiencia</b>	<b>FA<sup>1</sup></b>	<b>FR</b>	<b>%Mujer</b>	<b>Edad</b>	<b>Esc</b>	<b>Dmkm</b>
Sin experiencia	565	37.2	37.5	45.0 a	6.4 a	3.1 b
Cielo abierto	589	38.8	26.7	48.5 b	6.6 a	2.3 a
Horticultura Protegida <sup>2</sup>	365	24.0	36.2	45.1 a	8.3 b	2.4 a
<b>Total</b>	<b>1 519</b>	<b>100.0</b>	<b>33.0</b>	<b>46.4</b>	<b>7.0</b>	<b>2.6</b>

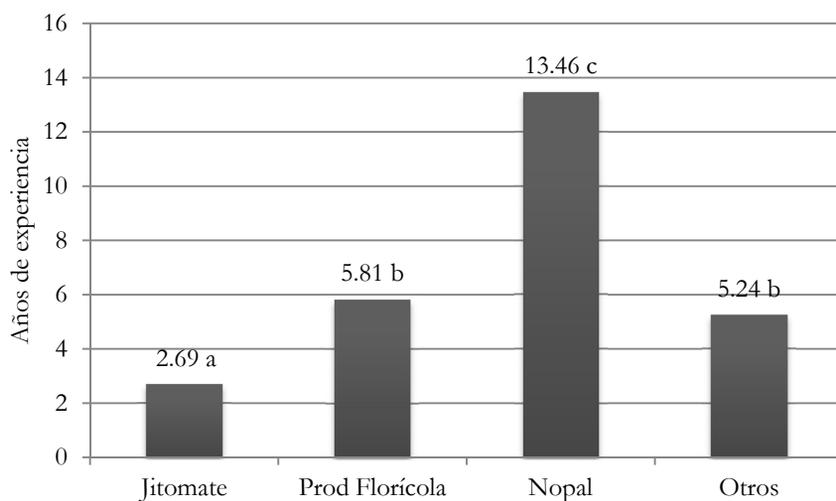
<sup>1</sup> FA: frecuencia absoluta; FR: frecuencia relativa (%); %Mujeres: frecuencia relativa del número de mujeres según el tipo de experiencia; Edad en años; Esc: escolaridad (años); Dmkm: distancia de la vivienda al módulo o invernadero (kilómetros).

<sup>2</sup> Cuando mencionaron tener experiencia en microtúnel, malla sombra e invernaderos; las tres respuestas se clasificaron como horticultura protegida; la mayor frecuencia fue invernaderos.

<sup>a b</sup> Diferentes literales por columna, indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) según prueba de Scheffé.

De las 365 UPF con experiencia en horticultura protegida, 52% (190 UPF) comentaron que esta actividad representa su principal fuente de ingresos, le siguen la agricultura en general, ser empleado o jornalero y; por último, otras actividades (27.7, 7.7 y 12.6 por ciento, respectivamente); todo lo contrario para los que ya tenían experiencia a cielo abierto, en donde el 89.5% recibe la mayoría de sus ingresos de la agricultura en general; cifras similares se encontraron en los representantes sin experiencia pero en este caso, las otras fuentes de ingreso también son relevantes con un 21.4%. Esto representa una importante diferencia porque repercutió en la inversión que tuvieron que hacer los representantes de las UPF para la construcción de los módulos de producción, es decir, aquellos productores con actividades que son fuentes importantes de ingresos no tuvieron tantos problemas para hacer su aportación económica al proyecto, en comparación otros productores con otros tipos de actividades en donde el ingreso es más bajo, tuvieron más dificultad para cubrir dicha parte económica; por tanto, el fomento de la horticultura protegida debería contemplar este tipo de elemento para la asignación correcta de los apoyos.

En este mismo sentido, los cultivos en los que se tenía experiencia bajo horticultura protegida fueron, en orden de frecuencias: jitomate, producción florícola, nopal y otros cultivos con un 68.2, 14.5, 9.6 y 7.7 por ciento; respectivamente. Lo cual marcó una diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) con respecto a los años de experiencia, siendo el cultivo del nopal el de mayor antigüedad y para el caso de jitomate el de menor, con respecto a los otros tipos de cultivos (Figura 1). Cabe hacer mención, que la experiencia generada por los productores de nopal se ha generado en microtúnel y no tanto en invernadero. De esta manera, podemos comentar que aunque el cultivo de jitomate bajo invernadero es de los cultivos más difundidos, en general sigue siendo una actividad relativamente nueva.

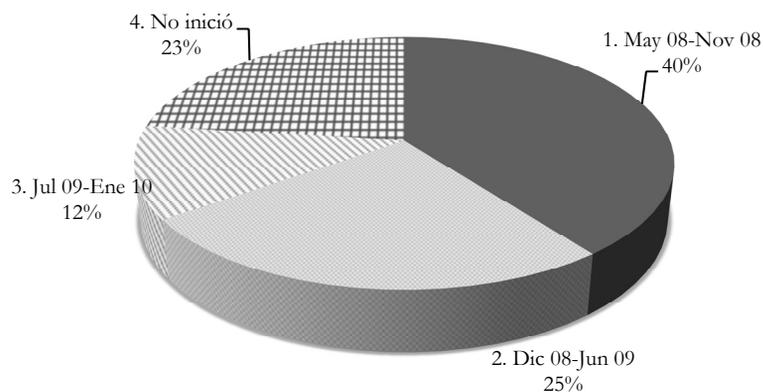


**Figura 1. Experiencia en horticultura protegida por cultivo**

a b Diferentes literales por columna, indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) según prueba de Scheffé.

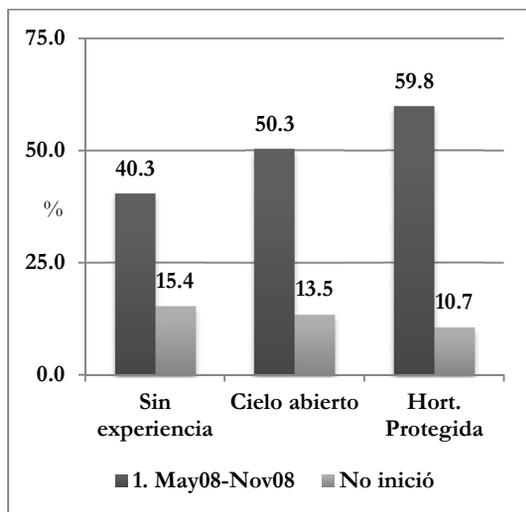
## Avance de obra e inicio de actividades

De acuerdo a los 1 222 módulos de invernadero que se tendrían que construir en el Programa, fue necesario monitorear el avance de obra y con ello el inicio de actividades del ciclo productivo. Sólo lograron iniciar 941 (77%) módulos pero con un avance de obra diferente y evaluado en tres periodos, también se incluyen los módulos que no entraron en actividades (23%). El periodo con una mayor frecuencia de módulos que entraron en actividades fue el comprendido entre mayo y noviembre del 2008 (Figura 2).



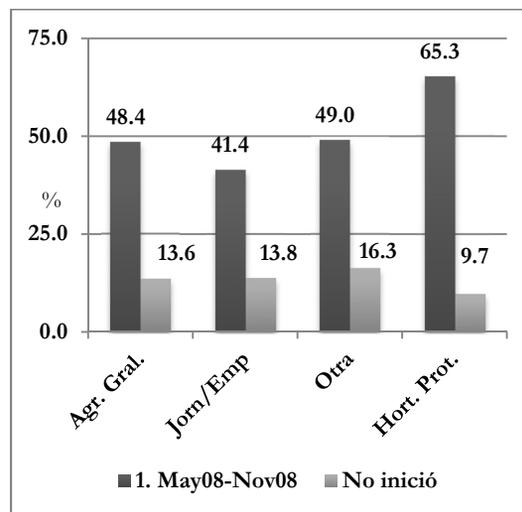
**Figura 2. Frecuencias relativas de inicio de actividades por periodo**

Los factores que se encontraron como determinantes para que el inicio de actividades fuera más eficiente son: 1. La experiencia del productor beneficiario en la actividad; y, 2. La principal fuente de ingresos, de los representantes de las UPF. Para soportar la relación entre estas variables se realizó una prueba no paramétrica de Ji-Cuadrada para comparar las categorías de cada uno de los factores con el periodo de inicio de actividades; en ambos casos resultaron significativos (Figura 3); es decir, los dos factores antes descritos son determinantes para el inicio de actividades; es por esto que sugerimos que los programas destinados al apoyo de la horticultura protegida deberían tomar en cuenta la experiencia en la actividad y la principal fuente de ingresos para la selección de los beneficiarios.



a. Experiencia en la actividad.

Ji-Cuadrada:40.25\*\*\* Coef. Phi Cramer: 0.204\*\*\*



b. Principal fuente de ingresos.

Ji-Cuadrada: 42.97\*\*\* Coef. Phi Cramer: 0.211\*\*\*

**Figura 3. Relación de la experiencia en horticultura protegida y principal fuente de ingreso con inicio oportuno (may 08-nov 08) de los invernaderos (%)**

## Desempeño de la proveeduría

Un aspecto muy importante a considerar en la implementación y puesta en marcha de este tipo de proyectos es el desempeño de la proveeduría; para este caso se evaluaron 84 proyectos de los 99 apoyados, resultando un total de 57 empresas participantes, constructores de invernaderos; de esta manera es fácil suponer que algunos proveedores participaron en más de un proyecto, y al contrario, hubo un proyecto en donde llegaron a existir hasta siete proveedores diferentes. Esta situación generó una combinación de 104 registros para relacionar el desempeño de la proveeduría con la puesta en marcha de los módulos bajo horticultura protegida.

El desempeño se evaluó como una medida que va de 0 a 10; se realizó considerando la percepción de los productores y de los asesores técnicos, además se tomó en cuenta la calidad de los materiales y su

disponibilidad, así como maquinaria y equipo necesario para la construcción; también se incluyó, la mano de obra que proporcionó durante la construcción, su solvencia moral y financiera, entre otros.

Los resultados muestran que aunque no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) con relación al número de módulos construidos ni a la superficie total que el proveedor tenía que construir en el proyecto, sí resultó estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) la superficie promedio por módulo que se construyó; en este caso, los proveedores con desempeño *Malo* fueron los que tuvieron la mayoría de problemas para construir los módulos con mayor superficie, y aunque tenían que construir un menor número de módulos, el tamaño promedio de éstos fue lo que diferenció su desempeño. Es decir, la complicación en cuanto a logística, material, mano de obra, etc., fue más complicada para ellos y así su desempeño se demeritó (Cuadro 4). De esta manera, la recomendación sería evaluar al proveedor antes de su contratación y considerar el tamaño promedio de los módulos que se apoyarán en un proyecto. Obsérvese también que el desempeño del proveedor impactó significativamente en el PMIP1 (porcentaje de módulos que iniciaron el ciclo productivo en el periodo uno; May 08-Nov 08); encontramos diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre el desempeño de la proveeduría y su relación con la variable PMIP1, los proveedores *Buenos* construyeron más rápido los módulos.

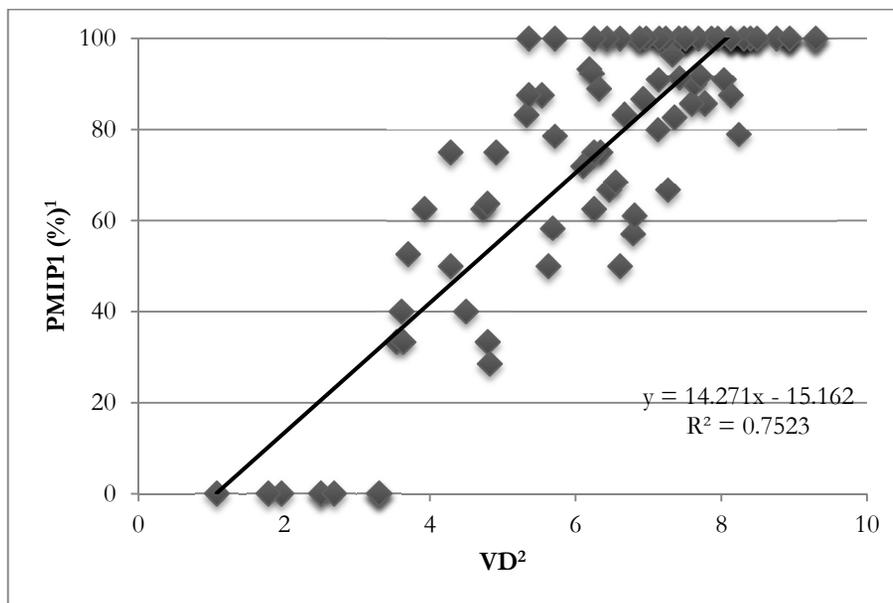
**Cuadro 4. Desempeño de la proveeduría**

DP <sup>1</sup>	VD	Mod	SPT	SPP	PMIP1
Malo	3.17 a	5.7 a	14 723.4 a	6 823.9 a	22.7 a
Regular	6.07 b	11.0 a	16 795.2 a	2 188.4 b	78.2 b
Bueno	7.98 c	11.2 a	18 528.4 a	2 919.5 b	96.4 c

<sup>1</sup> DP: Desempeño de la proveeduría; VD: Valoración del desempeño de la proveeduría; Mod: Módulos de invernadero construidos (número); SPT: Superficie total construida (m<sup>2</sup>); SPP: Superficie promedio, por módulo (m<sup>2</sup>); PMIP1: Porcentaje de módulos que iniciaron en el periodo uno (May 08-Nov 08).

a b c Diferentes literales por columna, indican diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) según prueba de Scheffé.

Con los resultados obtenidos se encontró que el desempeño del proveedor impacta en la eficiencia de la implementación del proyecto; a través de un modelo de regresión se obtuvo evidencia estadísticamente significativa ( $P < 0.001$ ) que a medida que el proveedor tenga un mejor desempeño, existirá una mayor proporción de módulos que iniciarán el ciclo productivo de manera más eficiente (Figura 4).



**Figura 4. Modelo de regresión que relaciona el PMIP1 (%) en función de la VD**

<sup>1</sup> PMIP1: Porcentaje de módulos que iniciaron en el periodo uno (May08-Nov08).

<sup>2</sup> VD: Valoración del desempeño de la proveeduría, escala de 0 a 10.

## Nivel tecnológico de los invernaderos

Con relación a la estratificación de los módulos, encontramos que de los 529 invernaderos analizados, un porcentaje importante (63.5%) fue representado por los invernaderos de tamaños menores a los 1 500 m<sup>2</sup> (estrato 1), cuya superficie en total fue del 41.2%. En comparación con los del estrato 2, que aunque menores en el número de casos, la superficie cubierta es ligeramente mayor, esto por su superficie promedio de poco más de mil metros cuadrados superior al estrato anterior. El estrato 3, por las dimensiones de los invernaderos, representa en su conjunto casi el 16% de la superficie total (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Distribución de casos y de la superficie de los invernaderos por estrato**

<b>Estrato<sup>1</sup></b>	<b>Casos (n)</b>	<b>Casos (%)</b>	<b>Superficie promedio (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Superficie total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Superficie total (%)</b>
Estrato 1	336	63.5	1,044.4	350,930.7	41.2
Estrato 2	179	33.8	2,048.6	366,701.5	43.0
Estrato 3	14	2.6	9,586.1	134,205.0	15.8
<b>Total</b>	<b>529</b>	<b>100.0</b>	<b>1,610.3</b>	<b>851,837.3</b>	<b>100.0</b>

<sup>1</sup> Los estratos de los invernaderos están realizados en base a la superficie de las unidades de producción. Estrato 1:  $\leq 1\ 500\ m^2$ ; Estrato 2:  $>1\ 500$  y  $\leq 5\ 000\ m^2$ ; Estrato 3:  $> 5\ 000\ m^2$ .

Aunque la diferencia en las superficies promedio entre los estratos 1 y 2 (mil metros cuadrados), no difieren tanto como en los estratos 2 y 3 (poco más de  $7\ 500\ m^2$ ), sí existen diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) para afirmar que las superficies son determinantes para la definición de los estratos (Cuadro 6) y que esta variable nos sirve como punto de corte para analizar el nivel tecnológico de los invernaderos y las categorías que lo conforman.

De esta manera, resulta evidente que el nivel tecnológico de los invernaderos está relacionado positivamente con el estrato y por ende al tamaño de los invernaderos. Es decir, existe evidencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) para afirmar que a mayor superficie de los invernaderos, éstos contarán con un mayor nivel tecnológico (Cuadro 6).

Al desagregar el nivel tecnológico en cada una de las categorías que lo conforman, definidas en la metodología, la Categoría 3 (Instrumentación y Equipamiento) resulta incrementarse significativamente ( $P < 0.05$ ) en cada uno de los estratos. Parte de estas diferencias en la Categoría 3, es que con el incremento de la superficie de los invernaderos se generan economías de escala en la construcción y; por tanto, se puede tener un nivel de instrumentación y equipamiento mayor, lo que al final se ve reflejado en un mayor nivel tecnológico. Además, al ser un invernadero de mayor tamaño, se hace necesario contar con instrumentos que ayuden en la toma de decisiones para controlar el mismo y así reducir el riesgo de bajos niveles de producción. Sin embargo, para las otras dos categorías no existen diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) entre los estratos 1 y 2; no así para el estrato 3 que se diferencia de los dos anteriores (Cuadro 6). De esta manera se encontró que, de los invernaderos construidos, predominan los de bajo niveles tecnológicos, esto no es exclusivo de México ya que la producción hortícola en España se desarrolla también en invernaderos de bajo nivel tecnológico (García-Martínez *et al.*, 2010). Sin embargo, esto es importante considerarlo porque para el fomento de la horticultura

protegida bajo invernadero, será mejor apoyar invernaderos con superficies mayores que menores puesto que en los segundos se corre el riesgo de promover invernaderos de bajos niveles tecnológicos.

**Cuadro 6. Nivel tecnológico de los invernaderos por estrato**

Estrato <sup>1</sup>	Superficie (m <sup>2</sup> )	Categoría 1 (%) <sup>2</sup>	Categoría 2 (%) <sup>2</sup>	Categoría 3 (%) <sup>2</sup>	Nivel Tecnológico (%)
Estrato 1	1,044.4 a	38.6 a	47.8 a	24.4 a	34.6 a
Estrato 2	2,048.6 b	43.9 a	51.7 a	33.3 b	41.1 b
Estrato 3	9,586.1 c	64.8 b	71.4 b	61.8 c	65.0 c

<sup>1</sup> Los estratos de los invernaderos están realizados en base a la superficie de las unidades de producción. Estrato 1: <= 1,500 m<sup>2</sup>; Estrato 2: >1,500 y <=5,000 m<sup>2</sup>; Estrato 3: > 5,000 m<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Categoría 1: Manejo del invernadero y del Cultivo; Categoría 2: Sanidad del Cultivo; Categoría 3: Instrumentación y Equipamiento.

a b c Diferentes literales por columna, indican diferencias estadísticamente significativas (P<0.05) según prueba de Scheffé.

En el Cuadro 7 se presentan las principales variables que diferencian a los estratos, y que son importantes al momento de planificar un invernadero; por ejemplo, para el caso de la Categoría 1 (Manejo del invernadero y del Cultivo) la ubicación de los proyectos es una variable muy relevante; en lugares en donde exista energía eléctrica ésta ayudará a obtener un mayor nivel tecnológico de los mismos; y, por supuesto, esto es muy importante para construcciones con superficie mayor, la correlación entre ambas variables es positiva y significativa (P<0.001). De la misma manera, variables como contar con ganchos para el soporte del cultivo, el uso de análisis de agua, se hacen significativamente más recurrentes conforme el tamaño de las construcciones se incrementa; es decir, en el estrato 3.

Algunas de las variables, en el caso de la Categoría 2 (Sanidad del Cultivo), que resultaron tener diferencias significativas entre los estratos, y aumentan positivamente su frecuencia relativa conforme aumenta el tamaño de los invernaderos, es decir, entre estratos, son el uso de lavamanos y desinfectante en las dobles puertas del invernadero (P<0.01). En este sentido, el uso de infraestructura que ayudará a la sanidad del cultivo también se hace estadísticamente más recurrente (P<0.001) en el estrato 3 como lo es el uso de plásticos con tratamiento antigoteo y que la unidad de producción cuente con sanitarios ex profeso para los trabajadores (Cuadro 7).

Por último, las variables con una mayor correlación referente a los estratos están en la Categoría 3 (Instrumentación y Equipamiento) del nivel tecnológico. Aquí existen diferencias significativas ( $P < 0.001$ ) entre los estratos; son las unidades de producción de tamaños mayores las que cuentan en mayor medida con estación meteorológica, instrumentos de medición y monitoreo, sistemas de riego automatizados y, oficina con equipo de cómputo (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Características (variables) más significativas que explican el nivel tecnológico de los invernaderos**

Característica (variable) con la que cuenta el invernadero <sup>1</sup>	E1 <sup>2</sup>	E2 <sup>2</sup>	E3 <sup>2</sup>	Ji-Cuadrada	Significancia de Ji	Coficiente Phi <sup>3</sup>	Significancia de Phi
Electricidad	50.9	80.4	100.0	55.617	$P < 0.001$	0.314	$P < 0.001$
Ganchos para soporte del cultivo	10.1	7.3	50.0	16.652	$P < 0.001$	0.221	$P < 0.001$
Análisis de agua ( $\leq 1$ año)	42.9	55.3	78.6	12.567	$P < 0.01$	0.155	$P < 0.001$
Lavamanos en doble puerta	35.4	36.3	64.3	4.626	$P < 0.1$	0.096	$P < 0.1$
Sanitario para trabajadores	13.1	34.1	85.7	56.609	$P < 0.001$	0.347	$P < 0.001$
Plástico con tratamiento antigoteo	17.6	29.1	64.3	20.549	$P < 0.001$	0.208	$P < 0.001$
Estación meteorológica	0.0	2.2	42.9	40.876	$P < 0.001$	0.502	$P < 0.001$
Instrumentos de medición <sup>4</sup>	6.3	11.7	71.4	37.307	$P < 0.001$	0.352	$P < 0.001$
Sistema de riego automatizado	3.6	19.0	57.1	85.188	$P < 0.001$	0.417	$P < 0.001$
Sistema de calefacción	12.5	10.1	71.4	27.034	$P < 0.001$	0.285	$P < 0.001$
Pasillos con <i>Ground cover</i>	19.3	19.6	35.7	17.268	$P < 0.001$	0.177	$P < 0.01$
Oficina con equipo de cómputo	30.1	63.1	92.9	67.633	$P < 0.001$	0.355	$P < 0.001$

<sup>1</sup> Para cada una de las variables se analizó el porcentaje de invernaderos que sí contaban con ella y para cada uno de los estratos, esto con un análisis de Ji-Cuadrada para encontrar diferencias significativas entre los estratos, como variable de corte.

<sup>2</sup> Los estratos de los invernaderos están realizados en base a la superficie de las unidades de producción. E1:  $\leq 1,500$  m<sup>2</sup>; E2:  $> 1,500$  y  $\leq 5,000$  m<sup>2</sup>; E3:  $> 5,000$  m<sup>2</sup>.

<sup>3</sup> Mide el grado de correlación que existe entre la variable analizada y los estratos, a mayor nivel de coeficiente existe una mayor correlación.

<sup>4</sup> Se consideró que el invernadero por lo menos tuviera dos instrumentos de medición necesarios en la actividad, como: potenciómetro, medidor de conductividad eléctrica, hidrómetro, termómetro, entre otros.

En proyectos de mayor tamaño cobra más importancia el hecho de contar con instrumentos de medición y monitoreo, ya que como asegura Gary (2000), la falta de este tipo de instrumentos limita la productividad y la calidad de los cultivos bajo invernadero. Además, resulta muy importante también, contar con un sistema de registro de datos para la toma de decisiones. Estos resultados coinciden con los de Garcia-Martinez *et al.* (2010), donde se muestra que los invernaderos con mayor nivel tecnológico en España poseen sistemas de ventilación y de calefacción, algunos de ellos automatizados para el manejo del ambiente, con sistemas de fertirrigación programables y automatizados, protección contra insectos entre otras variables.

De esta manera, se destaca que al tener invernaderos de mayor tamaño, éstos tendrán mayores niveles tecnológicos lo cual impactará en un mejor control de los sistemas de producción, tornando a estos más eficientes; por ejemplo, contar con una fuente alterna de calor para el invierno o incluso de ventilación extra durante el verano y así evitar daños al potencial productivo de los cultivos (Gary, 2000 y Critten y Bailey, 2002), incluso mejorar la posición competitiva de la producción hortícola de algunas regiones (Garcia-Martinez *et al.*, 2010). En este sentido, se enfatiza que invernaderos de mayor tamaño generarán mayores fuentes de empleo, pues se necesitan de 1 000 a 1 300 m<sup>2</sup> para generar un empleo permanente en sistemas de producción de jitomate bajo horticultura protegida y esto también dependerá del nivel tecnológico de los invernaderos.

Cabe hacer mención que si bien la conformación de clúster y la organización de productores da la posibilidad a unidades de producción más pequeñas, se debe considerar un tamaño mínimo durante las inversiones y la aprobación de apoyos, además de una ubicación cercana entre las diferentes unidades, ya que la horticultura protegida es una actividad muy exigente y no admite manejo “estacional y ocasional” sino de mayor atención y dedicación. Este tamaño mínimo corresponde al capaz de generar un ingreso familiar sustentable, la evidencia en este caso de estudio basado en el tamaño promedio del estrato 1 y con cierto nivel tecnológico, sugiere unidades de producción de 1 050 m<sup>2</sup> en adelante, al menos para el cultivo de jitomate.

## El efecto de la asistencia técnica especializada

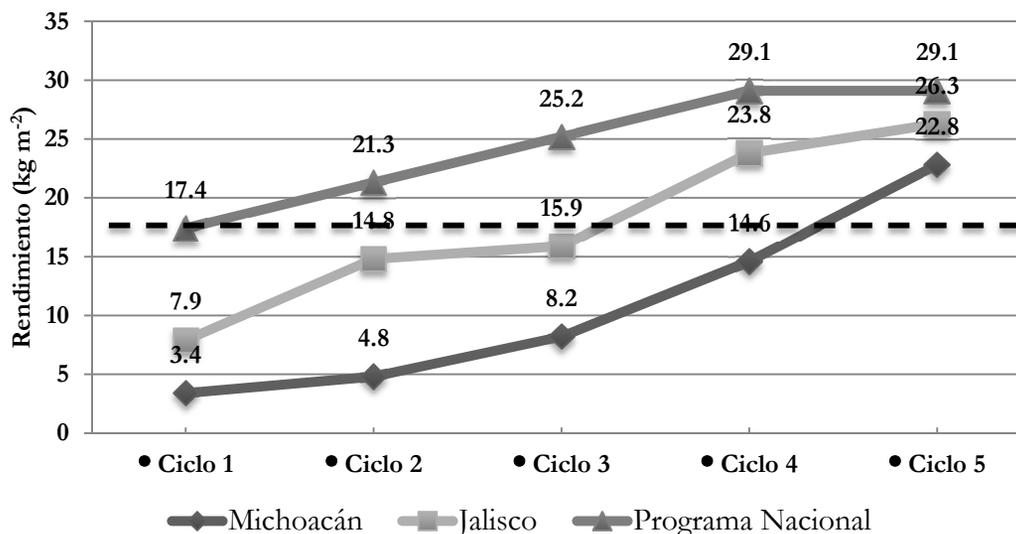
Existe evidencia suficiente para argumentar que el acercamiento del conocimiento científico a la agricultura ha tenido grandes impactos en los rendimientos de los cultivos hortícolas (Janick, 2007; Dons y Bino, 2008) y que este conocimiento genera beneficio al momento que se aplica a las unidades de

producción (Hartwich *et al.*, 2007 y Muñoz *et al.*, 2007), además que el escaso acceso a servicios de extensionismo (asistencia técnica) dificulta el entendimiento y adopción de nuevas tecnologías (Bozoğlu y Ceyhan, 2009; Muñoz y Santoyo, 2010 y García *et al.*, 2011), para este caso de la forma de producción bajo invernadero. Se realizó un comparativo en cuanto a rendimientos por metro cuadrado de jitomate, para ver el efecto de la asistencia técnica especializada, de los estados de Michoacán y Jalisco respecto a los proyectos que culminaron un ciclo productivo del Programa referido. La información de los estados de Michoacán y Jalisco se obtuvo mediante estudios coordinados por la UACH<sup>9</sup>, el primero en el año 2006, del impacto de los programas PRODESCA y PAPIR durante el periodo 2002-2005; para el segundo caso, de Jalisco, los resultados corresponden a un análisis estratégico de la cadena invernaderos en la región Sur-Sureste del estado en el año del 2007. Para ambos casos se analizaron los rendimientos de los invernaderos a través de los ciclos productivos que habían desarrollado durante su actividad productiva, con estos datos se realizó un cálculo de cómo los rendimientos iban aumentando conforme la curva de aprendizaje de los productores iba incrementándose también; al final, la curva se comparó con los resultados de la aplicación de bitácoras productivas a los proyectos Programa de interés. Cabe hacer mención que en el caso de Michoacán los productores contaban con muy poca o escasa asistencia técnica y además, ésta no era especializada; por su parte, en Jalisco, los productores tenían acceso a diversas fuentes de conocimiento, entre ellas la de técnicos en agricultura protegida con mejores conocimiento y además la región se caracteriza por la concentración de invernaderos en donde existen productores de vasta experiencia en la actividad, también cuentan con proveeduría especializada de fertilizantes y semilla así como un invernadero escuela, es decir, existe un cúmulo de conocimiento relacionado con la producción bajo invernaderos.

La comparación de las curvas de aprendizaje (Figura 5) muestra que existen amplias diferencias entre los rendimientos obtenidos a través de los ciclos productivos para el caso de Michoacán y Jalisco, pero que estos rendimientos se van incrementando conforme los ciclos productivos aumentan, así para hacer la comparación con el caso del Programa, se partió de los rendimientos alcanzados en el primer ciclo productivo ( $17.4 \text{ kg m}^{-2}$ ) y se proyectó para los siguientes ciclos, suponiendo una tasa de crecimiento promedio de los otros dos casos. De esta manera, si se parte de la línea punteada que parte del rendimiento promedio del Programa, se observa que Jalisco alcanzó los mismos rendimientos después del tercer ciclo productivo. Para los productores de Michoacán la curva se extendió hasta poco más del cuarto ciclo.

---

<sup>9</sup> Evaluaciones realizadas a los programas públicos que subsidiaron activos fijos y a un análisis estratégico en agricultura protegida, coordinados por la UACH en su carácter de Centro de Calidad de los Servicios Profesionales para el Desarrollo Rural.



**Figura 5. Rendimientos obtenidos por ciclo productivo de jitomate bajo sistemas de horticultura protegida (curva de aprendizaje)**

Michoacán: información obtenida mediante un estudio, en el año 2006, del impacto de los programas PRODESCA y PAPIR durante el periodo 2002-2005; Jalisco: resultados obtenidos de un análisis estratégico de la cadena invernaderos en la región Sur-Sureste de Jalisco en el año del 2007; Programa Nacional: información proveniente de la implementación de registros productivos por lo menos de un ciclo completo de producción.

Estos resultados evidencian que la presencia de asistencia técnica especializada influyó de forma decisiva en los rendimientos de los invernaderos. Se observa que el Programa tuvo un gran acierto al considerar dentro de su diseño el acompañamiento de la inversión en infraestructura con asistencia técnica especializada pues la curva de aprendizaje se redujo un poco más de dos ciclos en comparación con Jalisco y de casi 3.5 con Michoacán. Dicha reducción no sólo acota el tiempo de especialización y apropiación del conocimiento por parte de los productores en horticultura protegida sino que también incentiva de manera importante la sobrevivencia de las empresas rurales al tener mejores rendimientos desde el primer ciclo productivo, además hace más perdurable el apoyo otorgado con recursos públicos.

## Análisis económico de la actividad

Con base a los indicadores de rendimiento de los invernaderos, sus costos de producción e ingresos obtenidos, mediante el registro y sistematización de bitácoras contables, se realizó un análisis económico con la finalidad de obtener indicadores de la relación beneficio/costo y de la recuperación de la inversión pública de los invernaderos, para este análisis se contó con información de cada estrato definido con anterioridad. Cabe mencionar, que este análisis sólo se realizó para la producción de jitomate o tomate rojo.

De esta manera, encontramos que los mejores rendimientos se obtuvieron en los invernaderos de mayor tamaño y que coincide con unidades de producción con mayores niveles tecnológicos, sin embargo es donde se tuvieron lo menores precios de venta (Cuadro 8), lo que asociamos a sus canales de comercialización pues en la mayoría de los casos necesitaron de un intermediario dados los volúmenes de producción además al multiplicar ambas variables obtuvimos que los ingresos para estos productores era mayor que en los otros estratos.

Aunado a los indicadores comentados, calculamos los costos de producción en dos formas sin y con la depreciación del invernadero para obtener un indicador final, la relación beneficio costo de la actividad y que también se presenta sin y con la depreciación (Cuadro 8). De tal forma, los resultados indican que todos los invernaderos son rentables sin considerar la depreciación pero al considerarla sólo los invernaderos del estrato 3 son los que obtienen una R B/C superior a la unidad y esto lo relacionamos a los costos de producción más bajos, al uso más eficiente de la infraestructura y al mayor rendimiento obtenido.

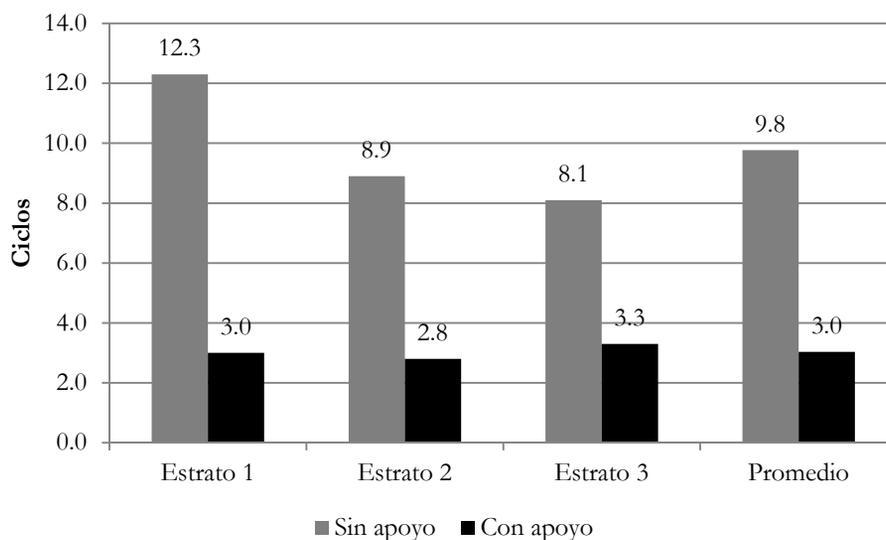
**Cuadro 8. Indicadores económicos de la actividad**

Estrato	Rend <sup>1</sup>	PV	Ing	CPSD	CPCD	RBCSD	RBCCD
Estrato 1	16.1	6.6	107.4	5.3	7.3	1.26	0.91
Estrato 2	16.4	6.2	102.3	4.1	6.2	1.50	1.00
Estrato 3	19.9	6.3	124.8	4.1	6.0	1.54	1.05
<b>Total</b>	<b>17.4</b>	<b>6.4</b>	<b>111.5</b>	<b>4.5</b>	<b>6.5</b>	<b>1.43</b>	<b>0.99</b>

<sup>1</sup> Rend: rendimiento en  $\text{kg m}^{-2}$ ; PV: precio de venta en  $\$ \text{kg}^{-1}$ ; Ing: ingresos brutos en  $\$ \text{m}^{-2}$ ; CPSD: costo de producción sin depreciación del invernadero en  $\$ \text{kg}^{-1}$ ; CPCD: costo de producción con depreciación del invernadero en  $\$ \text{kg}^{-1}$ ; RBCSD: relación beneficio costo sin depreciación; RBCCD: relación beneficio costo con depreciación.

Por otra parte, con la finalidad de contar con un indicador más que demuestre la rentabilidad de la inversión, se calculó la “Recuperación de la inversión”, que se refiere al periodo de tiempo (ciclos productivos) en que se recuperará la inversión inicial del invernadero, para homogenizar el resultado se consideró una superficie promedio de 1 000 m<sup>2</sup> pero con los indicadores económicos de cada estrato (véase Cuadro 8). Para el caso de la inversión se tomaron en cuenta dos escenarios: el primero, considerando que la inversión haya sido aportada completamente por el productor, es decir sin apoyos; el segundo, a la inversión total se le restó el apoyo recibido por parte del Programa, que en promedio osciló en 67.8%.

Se encontró que con los indicadores económicos mostrados, la recuperación de la inversión sería en promedio de 9.8 ciclos de producción, esto considerando que los productores hubieran realizado la inversión por sí solos; en este sentido, al tomar en cuenta el apoyo otorgado vía el Programa, podemos ver el impacto que éste generó pues la recuperación de la inversión realizada por los productores se reduce considerablemente, llegando a sólo tres ciclos productivos (Figura 6). Es interesante observar que los productores del estrato 3, son los que tardarían menos en recuperar la inversión sin considerar el apoyo pero además que tardarían más en recuperar la inversión si se considerara el apoyo otorgado, aunque ellos hayan sido los que obtuvieron los mejores indicadores económicos (véase Cuadro 8), esto se explica porque en ese estrato los subsidios en promedio oscilaron el 60%, mientras que en los otros estratos estuvieron alrededor del 75 a 70%.



**Figura 6. Recuperación de la inversión en horticultura protegida, por estrato**

## Lecciones aprendidas

Con los resultados obtenidos se proporciona evidencia para argumentar que programas como el de la *Promoción de Agricultura en Condiciones Controladas para Productores Menores de Tres Hectáreas*, tendrán mayor probabilidad de éxito en la generación de empleo y riqueza, y serán más perdurables en el tiempo, si consideran varios factores para la selección de sus beneficiarios. Esto al contrario de los apoyos que generalmente son otorgados por demanda del solicitante o del clientelismo político, dispersando con ello la intervención del Estado.

Dado que los recursos públicos son escasos y en los programas de apoyo estos recursos son excluyentes, sugerimos que la focalización del gasto público destinado al fomento de la horticultura protegida, y en general otros del mismo tipo, tome en cuenta tres ejes fundamentales:

- i. Selección de beneficiarios y proveedores con base en criterios bien definidos que den certidumbre al gasto público, como son: la experiencia del beneficiario y del proveedor en la actividad productiva, la disponibilidad de recursos del beneficiario para solventar la parte proporcional del apoyo y esto también para el proveedor, que tenga solvencia económica y posible inventario para iniciar con la construcción del proyecto; además, asegurar que se cuente con los servicios básicos como son caminos y electricidad cerca de comunidades y mercados potenciales de consumo o de comercialización, buscar potencializar regiones con condiciones favorables para sistemas de producción en específico.
- ii. Fortalecimiento de los activos vía desarrollo de capacidades en los productores, un acierto que tuvo el Programa en cuestión fue que además de haber dotado de activos a los productores, también se brindó el apoyo para capacitación y asistencia técnica en el primer ciclo productivo. De esta manera, se fortalece la inversión disminuyendo el riesgo con asistencia técnica de calidad, también se reducen las brechas de aprendizaje de los productores y éstos fomentan su actividad productiva al ver resultados en lo inmediato.
- iii. Potencializar los apoyos otorgados, dado que las obras fueron nuevas y algunas de ellas muy básicas, como se mostró con los niveles tecnológicos de los invernaderos, es necesario que el gasto público bien invertido se siga potencializando con nuevos apoyos para hacerlo más eficiente y más perdurable, y no sólo en infraestructura y equipo (como sistemas de calefacción, de enfriamiento, sistemas automatizados, etc.), sino también en bienes públicos como campañas sanitarias o infraestructura, y además, en las capacidades técnicas, administrativas y organizativas de los productores, generando con ello verdaderos clústeres productivos en horticultura protegida que generen empleos y riqueza, contribuyendo con ello a los objetivos de las políticas públicas diseñadas para potencializar el campo Mexicano.

# Literatura citada

- ASERCA (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria). 2009. La agricultura protegida, opción para aumentar la oferta de alimentos: ACJ (en línea). Consultado 24 jun. 2011. Disponible en: [http://www.aserca.gob.mx/artman/publish/article\\_1823.asp](http://www.aserca.gob.mx/artman/publish/article_1823.asp).
- Bozoğlu, M.; V. Ceyhan. 2007. Measuring the technical efficiency and exploring the inefficiency determinants of vegetable farms in Samsun province, Turkey. *Agricultural Systems* 94(3): 649-656.
- Campaña, C. Presidente de la AMHPAC. [www.agrotransfer.com](http://www.agrotransfer.com), fecha de consulta 12 de enero del 2011).
- Critten, D. L.; B. J. Bailey. 2002. A review of greenhouse engineering developments during the 1990s. *Agricultural and Forest Meteorology* 112(1): 1-22.
- Dons, H. J. M.; R. K. Bino. 2008. Innovation and knowledge transfer in the dutch horticultural system. En: *Pathways to High-tech Valleys and Research Triangles: Innovative Entrepreneurship, Knowledge Transfer and Cluster Formation in Europe and the United States*. Hulsink, W.; H. Dons (eds.). Springer. pp: 119-137.
- García-Martínez, M. C.; S. Balasch; F. Alcon; M. A. Fernández-Zamudio. 2010. Characterization of technological levels in Mediterranean horticultural greenhouses. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8(3): 509-525.
- García S., E. I.; J. Aguilar Á.; R. Bernal M. 2011. La agricultura protegida en Tlaxcala, México: La adopción de innovaciones y el nivel de equipamiento como factores para su categorización. *Teuken Bidikay* 2: 10–11.
- Gary, C. 2000. Greenhouse horticulture in Almería Spain report on a study tour, 24-29 January 2000: J. Miguel Costa, E. Heuvelink (Eds.). Horticultural Production Chains Group, Wageningen University, Wageningen, Netherlands, 2000, 119 p. *Scientia Horticulturae* 86(3): 261-263.
- Hartwich, F.; M. Monge P.; L. Ampuero R.; J. L. Soto. 2007. Knowledge management for agricultural innovation: lessons from networking efforts in the Bolivian Agricultural Technology System. *Knowledge Management for Development Journal* 3 (2): 21-37.
- ICEX (Instituto Español de Comercio Exterior). 2006. El mercado de los invernaderos en México (en línea). Consultado 24 jun. 2011. Disponible en:

<http://www.icex.es/icex/cma/contentTypes/common/records/viewDocument/0,,00.bin?doc=418670>.

Janick, J. 2007. The origins of horticultural technology and science. *Acta Horticulturae* 759: 41-60.

Krugman, P; R. Wells. 2006. *Introducción a la Economía: Microeconomía*. Reverté. Barcelona, España. pp: 181-205.

Martínez-González, E. G.; M. Muñoz-Rodríguez; J. G. García-Muñiz; V. H. Santoyo-Cortés; J. R. Altamirano-Cárdenas; C. Romero-Márquez. 2011. El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidios en activos: lecciones aprendidas. *Agronomía Mesoamericana* 22(2): 367–377.

Moran, W.; C. Cocklin. 1989. The State and Rural Systems. *Journal of Rural Studies* 5(4): 313-324.

Muñoz R., M.; J. Aguilar Á.; R. Rendón M.; J. R. Altamirano C. 2007. Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM / PIIAI. p. 72.

Muñoz R., M.; V. H. Santoyo C. 2010. Del extensionismo a las redes de innovación. En Aguilar Á., J.; J. R. Altamirano C. y R. Rendón M. (Eds.). *Del extensionismo a las redes de innovación*. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM. pp. 31–69.

Ponce C., P. 2011. Panorama mexicano: revisión de datos de la industria de invernadero en México. Productores de Hortalizas (en línea). Consultado 3 jun. 2011. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/noticias/?storyid=2721>.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2009. Programa de Ejecución Directa 2009. Agricultura Protegida (en línea). Consultado 25 jun. 2011. Disponible en: [http://www.amhpac.org/contenido/plan\\_nacional\\_de\\_agricultura\\_protegida\\_2009.pdf](http://www.amhpac.org/contenido/plan_nacional_de_agricultura_protegida_2009.pdf).

SAS (Statistical Analysis System). 2004. SAS/STAT (R). User's Guide, Version 9.1, Cary, N.C., USA. 480 p.

Weinberger, K; T. A. Lumpkin. 2007. Diversification into Horticulture and Poverty Reduction: A Research Agenda. *World Development* 35(8): 1464-1480.

Cuidado editorial:

Gloria Villa Hernández y Alejandro Merino Sepúlveda

*Reporte de Investigación 93*

**Políticas públicas para el fomento de clústers de horticultura protegida  
con pequeños productores: *Lecciones aprendidas***

Esta publicación estuvo a cargo de la Oficina Editorial del CIESTAAM

Se imprimieron 200 ejemplares en el mes de julio de 2013

a través DocuMaster, Av. Coyoacán # 1450,

Col. Del Valle, México C.P. 03220, D.F.

Tel. 01(55)5524 2383