



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

**CARACTERÍSTICAS DE LA AGRICULTURA PROTEGIDA Y SU
ENTORNO EN MÉXICO**

Alejandro Moreno Reséndez¹, Juanita Aguilar Durón²,
Armando Luévano González¹

**Characteristics of protected agriculture
and their environment in Mexico**

ABSTRACT

The Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) and the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) have signed agreements, looking a vision more attached to the reality of the conditions, factors and obstacles that affect productive process in Mexico, in order to generate recommendations that increase the efficiency of the involved programs of support with the farming production. Derived of the participation in the Rapid Assessment of Program Acquisition of Productive Assets: Component Protected Agriculture 2008, the characteristics and the context are approached in which the agriculture protected in Mexico is develops.

The definition of “protected agriculture” settles down, their characteristics are described and the dynamics that has presented, as well as the climatic surroundings this activity is develops. Also is presented, in function of the risk of it, in which states this activity can be implemented. In addition, the phenomenon of the vulnerability with respect to the agriculture protected in Mexico is described. Finally, the factors that affect the impulse of the protected agriculture are described: the low level of the curve of learning of the interested ones; the fitosanitary uncertainty; the high investment of the greenhouses, the operation costs for temperature control and relative humidity, or the wrong design; the production scale.

In favor of impelling the development of protected agriculture, one concludes that the greenhouses are a viable alternative to surpass the production generated in the smallholdings.

Key words: greenhouse, agriculture, environmental risks, agricultural production, vegetables.

RESUMEN

La Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) han celebrado convenios, buscando una visión más apegada a la realidad de las condiciones, factores y limitantes que inciden en el proceso productivo en México, para generar recomendaciones que incrementen la eficiencia de los programas de apoyo involucrados con la producción agropecuaria. Derivado de la participación en la Evaluación Rápida del Programa de Adquisición de Activos Productivos: Componente Agricultura Protegida 2008, se abordan las características y el contexto en el que se desenvuelve la agricultura protegida en México.

¹ Profesores – Investigadores de los Departamentos de Suelos y Ciencias Socioeconómicas de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – UL. Correo electrónico: alejamorsa@yahoo.com.mx

² Consultor Externo

Se establece la definición de “agricultura protegida”, se describen sus características y la dinámica que ha presentado, así como el entorno climático en el que se desarrolla esta actividad. También se presenta, en función del riesgo de la misma, en que estados se puede implementar esta actividad. Además, se describe el fenómeno de la vulnerabilidad respecto a la agricultura protegida en México. Por último, se describen los factores que inciden en el impulso de la agricultura protegida: el bajo nivel de la curva de aprendizaje de los interesados; la incertidumbre fitosanitaria; la elevada inversión de los invernaderos, los costos de operación para controlar temperatura y humedad relativa, o el mal diseño; la escala de producción.

A favor de impulsar el desarrollo de la agricultura protegida, se concluye que los invernaderos son una alternativa viable para superar la producción generada en los minifundios.

Palabras clave: invernadero, agricultura, riesgos ambientales, producción agrícola, hortalizas.

INTRODUCCIÓN

La agricultura protegida (AP) es un sistema de producción realizado bajo diversas estructuras, para proteger cultivos, al minimizar las restricciones y efectos que imponen los fenómenos climáticos. La agricultura, por su naturaleza, se encuentra asociada al riesgo, de ahí que este sistema tenga como característica básica la protección contra los riesgos inherentes a esta actividad. Los riesgos pueden ser: climatológicos, económicos (rentabilidad, mercado) o de limitaciones de recursos productivos (agua o de superficie). Adicionalmente, se establece que la AP ha modificado las formas de producir alimentos y genera múltiples ventajas para los productores.

Entre otras ventajas, permite el desarrollo de cultivos agrícolas fuera de su ciclo natural y en menor tiempo, se enfrenta con éxito plagas y enfermedades, con mejores rendimientos en menor espacio, sanos y con un mejor precio en los mercados. Generando, evidentemente, en un mejor ingreso para los productores (FAO-SAGARPA, 2007).

CARACTERÍSTICAS Y DINÁMICA DE LA AGRICULTURA PROTEGIDA

En México, las hectáreas protegidas han evolucionado desde 1998 a 2008 a una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de 34.5%, existiendo diferentes versiones de su inventario. De la información obtenida en el II Simposio Internacional de Invernaderos 2008, de 8,834 ha con AP, 49% eran de invernaderos tecnificados y de mediana tecnificación y el 51% de malla sombra. Es decir, la dinámica de la TMCA corresponde en un porcentaje importante (70%) al crecimiento de los invernaderos de mediana y baja tecnología³. En México, los invernaderos de mediana tecnología han proliferado en la región del bajío y los de baja tecnología se han instalado, preferentemente, en los estados de Baja California y Sinaloa.

La TMCA que registró la AP durante el período 2001-2007 se concentró en superficies <1 ha. SAGARPA (sin FOMAGRO) en el periodo señalado, apoyó 5,781 proyectos para instalación de invernaderos, en beneficio de 41,129 productores con 261.54 m² *per cápita*, sumando una superficie de 1,075.7 ha de invernadero; lo cual refleja las características de las unidades de producción (cuadro 1). Cabe aclarar que, la SAGARPA no tiene un único programa que apoya a la AP, en conjunto ha apoyado 6,074 proyectos con 50,806 beneficiarios, con los cuales se han protegido 2,201 ha, invirtiendo en ellas a precios corrientes 2,045.6 millones de pesos.

³ Un invernadero de baja tecnología tiene un costo promedio de \$70.00 pesos•m² y se compone de elementos sencillos; los de tecnología media cuestan unos 250 pesos•m², se constituyen en muchos de casos de procesos semiautomáticos; los de alta tecnología están 100% automatizado y cuestan \$1,500 pesos•m².

RIESGO CLIMÁTICO Y AGRICULTURA PROTEGIDA

Señala Armendáriz-Erives (2007) que los avances en la actividad agrícola, han contribuido a la degradación del ambiente y en los próximos 30 años las necesidades de alimentos se duplicarán: el desafío del hombre será satisfacer las demandas de una mayor población con menos tierra agrícola y agua.

Por otra parte, Sánchez-Salazar y Martínez-Galicia (2006) consideran que uno de los efectos del cambio climático, será el *ascenso de temperatura*, reflejándose en un aumento de la evaporación y evapotranspiración, una reducción de la precipitación y de los escurrimientos, lo que incidirá, a mediano plazo, en el incremento de la desertificación y de *redistribución del recurso hídrico*. Las variaciones en la distribución del agua y temperatura (T) tendrán efectos diferenciados sobre el uso del suelo y la distribución de los seres vivos (cultivos, ganado o asociaciones vegetales naturales).

Cuadro 1. Evolución del componente de Agricultura Protegida en México 2001-2007

Programa	Proyectos	Monto federal (mdp)	Beneficiarios	Inversión unitaria federal por beneficiario (mdp)	Superficie (ha)	Inversión unitaria federal por hectárea (mdp)
FA	2,796	501.1	12,053	0.04	559.2	0.9
PAPIR	2,884	356.2	27,366	0.01	305.3	1.17
FOMAGRO	293	670.6	9,677	0.07	1,125.80	0.6
PDR (<3 ha)	101	517.4	1,710	0.3	211.2	2.45
Total	6,074	2,045.30	50,806	0.04	2,201.50	0.93

FA = Programa de Fomento Agrícola; FOMAGRO = Fondo de Riesgo Compartido para el Fomento de Agronegocios; PAPIR = Subprograma de Inversión Rural; PDR = Programa de Desarrollo Rural; mdp = millones de pesos. Fuente: SAGARPA. 2001-2007

Ante esta situación, ¿será el sector agropecuario y las industrias que dependen de él las más vulnerables?, ¿cómo será ésta y las actuales variaciones climáticas en la agricultura? En general las respuestas a estas preguntas son impredecibles ya que no pueden pronosticarse en magnitud o intensidad, tiempo y sitio específico de impacto⁴. Son procesos complejos en diversas escalas de tiempo y espacio. Para medir el riesgo de los fenómenos climáticos, el CENAPRED (2001) considera conveniente sólo recurrir a formulaciones probabilísticas (Figura 1).

El estudio de un fenómeno meteorológico permite establecer la determinación del peligro que existe en un sitio, en tanto que la estimación del riesgo implica conocer los posibles impactos del evento; éstos dependen de las características físicas y sociales de los lugares donde se encuentran los sistemas afectados y de la infraestructura existente para prevenirlos⁵.

⁴SEGOB-SNPC-CENAPRED. Diagnóstico de peligros e Identificación de riesgos de Desastres en México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. 1ª ed. 2001. ISBN: 970-628-593-8. Carlos Gay y Víctor Magaña del Departamento de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, mencionan que en la actualidad somos capaces de pronosticar lluvias hasta con 48 horas de anticipación con razonables probabilidades de éxito.

⁵En los fenómenos naturales se distinguen dos medidas: magnitud e intensidad. La primera es una medida del tamaño del fenómeno, de su potencial destructivo y de la energía que libera; la intensidad es una medida de la fuerza con que se manifiesta el fenómeno en un sitio. Así un fenómeno tiene una sola magnitud, pero tantas intensidades como son los sitios en que interese determinar sus efectos. La intensidad depende de factores locales.

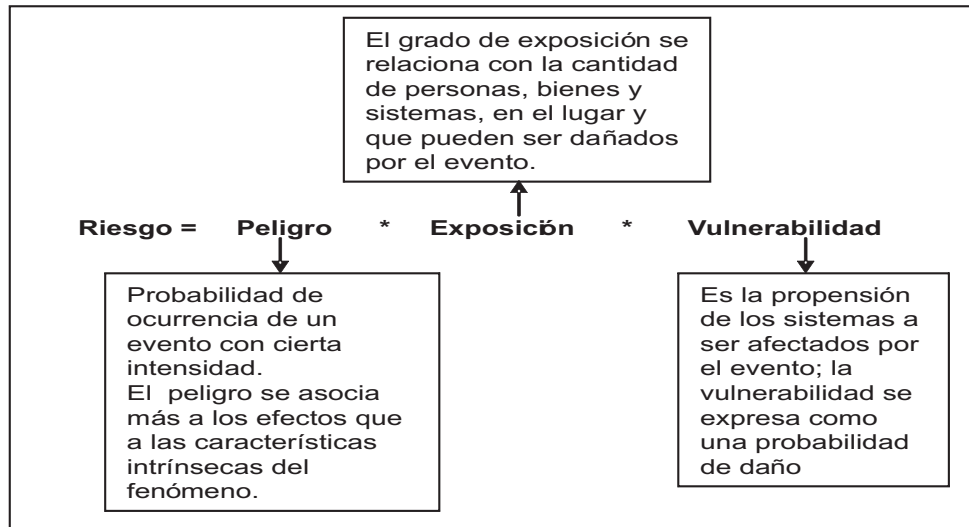


Figura 1. Concepto básico para medir el riesgo

Nota: La forma común de representar el carácter probabilístico del fenómeno es en términos de un periodo de retorno (lapso que en promedio transcurre entre la ocurrencia de fenómenos de cierta intensidad, pero no implica que sea cíclico) (CENAPRED, 2001).

De acuerdo con la evaluación del Programa Integral de Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva en Zonas de Siniestralidad Recurrente (PIASRE) en 2004 desarrollada por la UAAAN, en México los estados con mayor exposición al peligro, por fenómenos climáticos, fueron:

Sequía.

Con información de 2,434 estaciones meteorológicas, se estimaron los indicadores de déficit de humedad⁶, índice de aridez⁷ e índice de amenaza de sequía, y a partir de éstos se calculó el nivel de amenaza de sequía agrícola por estado. Los estados con un nivel alto y muy alto fueron Baja California, Baja California Sur y Coahuila y de grado medio Chihuahua, Nuevo León, Sinaloa, Tamaulipas y Yucatán.

Además, considerando el balance hídrico del suelo, con la información de las estaciones y la metodología de Thornthwaite y Matter (1955), se obtuvo la representación espacial de las regiones, con cuando menos una humedad de suelo > 30% de su capacidad de campo (CC)⁸ y de manera continua en periodos de 60, 90 y 120 días. Lo anterior corresponde al requerimiento mínimo para realizar actividades agropecuarias en temporal, éstas no son viables en Baja California, Baja California Sur y Coahuila así como en la mayor parte de Chihuahua, Sonora, Nuevo León y San Luis Potosí, los cuales justificarían acciones del componente de AP.

⁶Para obtener el déficit de humedad se utilizó el método directo propuesto por Thornthwaite y Matter (1955)

⁷Este modelo fue propuesto por Cocheme y Franquin en 1967

⁸El 30% de CC es la humedad mínima suficiente para el desarrollo de un cultivo, y que son necesarios cuando menos 60 días de humedad continua para obtener algún tipo de cosecha.

Lluvias torrenciales.

La ubicación de México dentro de una zona intertropical, lo hace susceptible a los embates de huracanes. Debido a éstos y a las obras hidráulicas disponibles se pueden captar 150 mil millones de m³ de agua (37% de la media anual). La falta de infraestructura para captar mayores escurrimientos o el escaso mantenimiento en algunas de ellas, no permite aprovechar los beneficios de la precipitación, ni enfrentar períodos de lluvias mayores al promedio. Otro fenómeno que provoca precipitaciones de importancia, sobre todo en la región noroeste de la república mexicana, es el desplazamiento de frentes fríos provenientes de las zonas polares, que forman las **tormentas de invierno, siendo los estados más afectados los comprendidos en la península de Baja California, Sonora y Sinaloa lo que limita las acciones del Componente de AP.**

Granizadas.

Las granizadas se asocian a lluvias torrenciales y provocan a daños a los cultivos debido a su ocurrencia en épocas atípicas de alta susceptibilidad para éstos. De 1979 a 1988 Guanajuato fue el más afectado en términos de superficie agrícola y con mayor frecuencia del fenómeno, no obstante, Chihuahua con 51% de la superficie dañada, presentó mayores daños económicos y una frecuencia más baja del fenómeno climático.

Heladas.

La ocurrencia de heladas⁹ ha impactado en la agricultura de Chihuahua, Puebla, México y Tlaxcala en los que hay > 100 días al año con heladas que justifican el desarrollo de acciones del componente de AP. De acuerdo a la cartografía de días con heladas, elaborada a partir de registros diarios de T mínima del Servicio Meteorológico Nacional, se detectó que este tipo de eventos se presenta, en más de la mitad del territorio nacional, en los meses de enero-diciembre y alrededor de un 35% en febrero, marzo y noviembre, ocurriendo en menor proporción en octubre y abril, meses con mayor riesgo para la agricultura. Los estados con mayor riesgo de pérdidas agrícolas por heladas tempranas (octubre) son Chihuahua, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí, Sureste de Coahuila y Sur de Nuevo León, Distrito Federal, Tlaxcala, México, Hidalgo y Puebla. Por otra parte, el mayor riesgo de pérdidas agrícolas por heladas tardías (abril) ocurre en parte de Zacatecas, Durango, Chihuahua, Baja California y Sonora.

Por la mayor frecuencia de fenómenos climáticos los estados prioritarios para acciones del componente de AP, son: Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Sonora (Cuadro 2), el resto de estados, sobre todo los de heladas tempranas o tardías, justifican acciones por las pérdidas agrícolas que implican. Sin embargo, debe considerarse que los invernaderos en climas extremosos pierden competitividad debido al costo de la energía para su operación eficiente.

Como se observa existen diferentes riesgos para México dada la diversidad climática del país. En consecuencia no es posible establecer una estrategia estándar en materia de AP, por lo que es necesario consolidar acciones que partan de una estrategia de regionalización agroclimática para la AP que permita definir lineamientos para zonas templadas, regiones áridas extremosas, para climas tropicales y subtropicales en los cuales se incluyan el trópico húmedo y el seco.

⁹ Fenómeno semejante a las nevadas, en lo concerniente a las bajas T, se manifiesta con bajo nivel de humedad en el ambiente, no alcanzan a formarse cristales de hielo. Una helada ocurre cuando la T del aire húmedo cercano a la superficie de la tierra desciende a 0° C, en un lapso de 12 h. Se originan por radiación y advención (CENAPRED, 2001).

VULNERABILIDAD Y AGRICULTURA PROTEGIDA

De acuerdo con Gommes (1998) la vulnerabilidad o el grado al que un sistema es susceptible de enfrentarse a los efectos negativos del cambio climático¹⁰ está en función del carácter, magnitud y rapidez de dicho cambio y de la variación a la que un sistema está expuesto. La vulnerabilidad tiende a ser mayor ante fenómenos poco frecuentes y de gran intensidad. El riesgo es mayor ante agentes perturbadores de intensidad y frecuencias medias ya que los fenómenos de alta intensidad tienden a ser excepcionales y los de baja intensidad tienden a ser muy frecuentes y tolerados. Tomando como ejemplo el tomate, por ser éste el de mayor importancia en los invernaderos, los estados con mayor o menor riesgo en este cultivo se señalan en cuadro 3.

La información del cuadro 3 no considera el factor de riesgo (clima, vocación agroecológica, mercado, etc.), no obstante, es necesario priorizar los estados que están en los rangos de 41 a 50 y 51 a 61% y posteriormente a los de menores pérdidas potenciales pero de alta recurrencia. La metodología de Gommes (1998), considera el origen ambiental de las pérdidas, la cual es igual a la correlación entre pérdidas en producción y en rendimiento. Se supone que en cada periodo de 7 años, el máximo rendimiento ocurrió cuando las condiciones ambientales fueron mejores y las pérdidas relativas en rendimiento expresan, condiciones climáticas menos favorables; mientras mayor sea la correlación entre las pérdidas relativas en la producción y en el rendimiento, mayor es el componente climático de tales pérdidas, sin embargo, existen entidades cuyas correlaciones y prueba de significancia de las mismas son bajas, como en Coahuila, Sonora y Tamaulipas en los cuales el tomate se cultiva con sistemas de riego en primavera-verano. Es decir no están sujetos a pérdidas ni por sequía ni por heladas normales o granizadas, porque de alguna forma tienen artificializado el sistema de producción por efecto del clima.

¹⁰ Incluidas la variabilidad y los extremos del clima. Ante un cambio climático, las dos variables más importantes del ciclo hidrológico con respecto al aprovechamiento del agua son la lluvia y la temperatura.

Cuadro 2. Estados con mayor presencia de fenómenos climáticos.

Estado	%H*	Llt**	G***	He****
Baja California				
Baja California Sur				
Campeche				
Chihuahua				
Coahuila				
Durango				
Distrito Federal				
Guanajuato				
Hidalgo				
México				
Michoacán				
Nuevo León				
Puebla				
Quintana Roo				
San Luis P.				
Sinaloa				
Sonora				
Tamaulipas				
Tlaxcala				
Yucatán				
Zacatecas				

* Porcentaje de humedad < 30% de CC; ** Lluvias torrenciales; *** Granizadas; **** Heladas. Fuente: SAGARPA-UAAAN. Eval. Programa Integral de Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva en Zonas de Siniestralidad Recurrente (PIASRE) 2004.

La vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios ante el mercado, es igualmente perniciosa, se afirma incluso que es ésta la que destruye, no las contingencias climatológicas (Nelson, 1990). La competencia de algunos países, regiones o entidades se basan en las ventajas comparativas en tanto que otros lo hacen en las ventajas competitivas, la AP puede ser una estrategia que contribuya a crear estas últimas, pero para ello es necesario involucrar no sólo a los productores, sino a la SAGARPA y a los gobiernos estatales, así como a proveedores y a comercializadores, lo que permitirá hacer frente a las vulnerabilidades que plantea el mercado y su competencia.

Cuadro 3. Pérdidas potenciales y recurrencia de las mismas en producción de tomate respecto al máximo de producción en periodos de siete años. 1980-2007

Promedio del porcentaje de recurrencia				
Promedio del porcentaje de pérdidas de producción	51 a 61		<u>Durango, Zacatecas</u>	<u>Nuevo León,</u> Quintana Roo y Tabasco
	41 a 50	<u>Chihuahua</u>	<u>Coahuila,</u> Colima, Querétaro	Aguascalientes y Campeche
	31 a 40	Hidalgo y <u>México</u>	<u>Guanajuato</u>	<u>Baja California Sur,</u> Chiapas, Nayarit, <u>Tamaulipas</u> y Veracruz
	17 a 30	Oaxaca y Yucatán	Guerrero, Michoacán, Morelos, <u>Baja</u> <u>California,</u> Sinaloa y <u>Sonora</u>	Jalisco, <u>Puebla,</u> <u>San</u> <u>Luis Potosí</u>
	0	17 a 30	31 a 40	41 a 50

Nota: No se considera la importancia de los Estados en cuanto a la producción de tomate. Las entidades subrayadas presentan una mayor exposición a fenómenos hidro meteorológicos incluyendo las heladas tempranas y tardías. Fuente: Construido con base a datos del Sistema de Información Agroalimentaria (SIAP)

La vulnerabilidad que induce el contexto de mercado, en que el productor toma sus decisiones en relación a su actividad productiva, se enmarcan en los siguientes factores (SAGARPA-ACERCA, 2008):

- A nivel internacional, el consumo de productos agrícolas, ha superado los niveles de producción en años recientes, reduciendo los inventarios globales y elevando sus precios. Estas condiciones podrían persistir los próximos 10 años. La industria de alimentos enfrentará precios altos derivado de lo anterior y por la expansión de la industria del etanol y el biodiesel.
- El dólar seguirá depreciándose hasta 2011, para recuperarse ligeramente en los años posteriores. Estas variaciones en el tipo de cambio favorecerán las exportaciones de Estados Unidos hacia los países en desarrollo.
- Se espera que en 2017, el petróleo promedie en 85 dólares barril. Así, los precios del gas natural y de los agroquímicos, podrían registrar un alto grado de volatilidad durante los años venideros, a menos que la reforma energética en México tenga resultados positivos en estos precios.
- La industria del plástico es un sector donde las materias primas suponen algunas veces hasta el 60% del precio de venta, el impacto del precio del petróleo es alta. Además del incremento de precios también hay problemas con el suministro¹¹. De enero a julio de 2008, el aumento del precio del plástico, ha significado alrededor del 15%, el reporte del Índice de Precios al por Mayor a agosto del 2008, estimó un incremento del 13.6% respecto a noviembre de 2007 en esta industria. Este material representa 12% de la estructura del invernadero.

¹¹Aranceles y precio del crudo afectan industria plástica 15/09/2008 www.adicomex.com. y www.imagenagropecuaria.com. Alza de acero y plástico debilita construcción de invernaderos. 6/7/2008 número 1.

- Se prevé que aunque los precios del acero permanecen en niveles máximos históricos, esta tendencia de alzas de los últimos dos años parece haber llegado a su fin según comenta Arce Iloor Metal, el mayor fabricante de acero del mundo situación que corrobora el Congreso Latinoamericano de Siderurgia ILAFA-49 en México. Los fabricantes de invernaderos mencionan que el acero representa 80% de su costo, por lo que existe preocupación entre las compañías.

Otro elemento que hace a la AP sumamente vulnerable es contradictoriamente el factor ambiental. Diversos estudios han resaltado la existencia de efectos sobre las personas, derivados de los residuos generados en los sistemas de producción con invernaderos, entre los cuales destacan: plásticos (PVC, PVDC), materia orgánica y agroquímicos (entre ellos los pesticidas DDT, Lindano), los disolventes (percloroetileno, tetrácloruro de carbono) y los refrigerantes (CFC, HCFC)). También se destaca la contaminación de la atmósfera, los acuíferos, el riesgo de incendios y la pérdida de calidad de vida de los ciudadanos por la transmisión de enfermedades, olores y descomposición orgánica.

Por otro lado, en México los factores de orden estructural que hacen más vulnerable a gran número de productores con respecto al mercado son:

- El minifundio condiciona las decisiones que puedan tomarse sobre el uso de tecnología e inversión. De acuerdo con INEGI (2001), en el Centro-Oeste se tienen en promedio 3.1 ha, en el Sur 2 a 3 ha y en el Este y Sureste 2 ha, en estas regiones habita el 61% de la población rural no obstante las menores aportaciones de valor a la agricultura nacional se ubican en el Sur (9.3%) y el Sureste (1.5%). Lo que limita sus decisiones a lo restringido de su economía, por lo que estos factores y el nulo financiamiento para el tamaño de predio restringen su acceso a la AP tecnificada.

Los productos de la AP están adaptados en gran medida a las necesidades y posibilidades de los consumidores en el mundo desarrollado, provocando que los agricultores de los países en desarrollo no puedan acceder a estos mercados. Guantes-Ruiz (2006), en relación con el mercado de los invernaderos en México, señala: “*Los principales clientes, son agricultores con poder adquisitivo, o... empresarios importantes de otro rubro, que ven en los invernaderos una inversión rentable y de rápida recuperación*”. Adicionalmente, como lo destaca el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) de 2008, un gran porcentaje del gasto social, casi el 50%, no se destina a la población más pobre de México: los subsidios agrícolas, para agua y PROCAMPO se concentran agricultores con extensiones grandes de tierra (Regil, 2008).

- La AP demanda insumos de calidad, en particular de semillas, pero este mercado se encuentra sumamente concentrado, lo que reduce las posibilidades de elección y control para los productores, que tendrán que pagar precios cada vez más altos por las semillas.
- La AP supone productores con capacidades y habilidades distintas a las características de los pequeños y medianos productores. Warman (2001) señala la “adopción de nuevas técnicas... requiere respaldo cuando los productores no disponen de ahorro o capital. Los minifundistas no pueden adoptar el costo de la innovación y sobre todo, no pueden absorber el de un fracaso”. La capacidad de innovación se relaciona también con la edad de los productores: el 58.5% de los ejidatarios con tierras certificadas tiene 50 años o más, el 37.7% cuenta con más de 60 años, lo anterior contribuye a la renta de tierras. Warman (2001) consideró, que un apoyo importante para la organización productiva y el relevo generacional, son los esquemas de riesgo compartido para la adopción de nuevas prácticas tecnológicas.
- La población rural es otro factor que incrementa la vulnerabilidad hacia el mercado. En México existen 196,328 localidades rurales con <2,500 habitantes, el 44% de la población rural habita en localidades de <500 personas. Su dispersión y su lejanía de los centros de consumo encarece los costos de producción y presiona a la baja los precios de las cosechas.

Entre los productores minifundistas, la ausencia de tecnología, infraestructura, capacitación y organización del capital humano, aumenta la vulnerabilidad de la estructura productiva en el ámbito social, económico y ante los fenómenos climatológicos. Aunque sus pérdidas económicas sean de un monto menor, la proporción del daño causado en su escaso capital es sumamente alta. Su futuro en la AP competitiva parece ser incierto, no obstante, en varios estados ha surgido la iniciativa de integrar las escalas productivas y de promover procesos organizativos, a través de los cuales en lugar de disponer de 2,000 m² se cuente con la aportación de los pequeños productores de un mínimo de 4 ha de invernadero de media tecnología.

Adicionalmente, existe la oportunidad de combinar los sistemas de agricultura orgánica con la AP, contribuyendo fuertemente a resolver dos aspectos fundamentales: a) los relacionados con el impacto ambiental de las actividades agrícolas convencionales e intensivas utilizadas desde los años 1940s (Rippy *et al.*, 2004); y b) la cada vez más creciente demanda de alimentos de calidad (Fjelsted-Alroe y Kristensen, 2004).

Factores que inciden en el crecimiento de la agricultura protegida

Los factores que influyen en la competitividad y que detienen un crecimiento más dinámico del sector de invernaderos en México son:

- El bajo nivel de la curva de aprendizaje de algunos productores.
- La incertidumbre que generan los supuestos problemas fitosanitarios. Los productores de Florida y California han presionado al gobierno de EUA para imponer trabas sanitarias *e.g.*, la acusación injusta a México de la *Food and Drug Administration* (FDA) debido a los brotes de salmonella en EUA.
- La alta inversión que implican los invernaderos de media y alta tecnología, dejan a los productores de escasos recursos fuera del mercado de EUA y Canadá. Al considerar la rentabilidad, incluyendo la depreciación de activos, sólo dos empresas de alta tecnología (de 11 estudiadas por FIRA) presentaron utilidad de operación.
- Los altos costos de operación de los invernaderos de media y baja tecnología, para controlar T y humedad relativa, al instalarse en climas extremos, o por mala ubicación, afectan la producción, la calidad y el precio. FIRA señala que los invernaderos se han ubicado donde decidió el inversionista, y no necesariamente donde se tienen las mejores condiciones climáticas para producir a menor costo.
- La escala de producción de los invernaderos de baja tecnología. FIRA considera: para obtener utilidades se requieren rendimientos de 35 kg•m⁻² con tecnología media y, al menos 60% exportable. Para mercado nacional con baja tecnología se requieren 15 kg•m⁻².
- Los problemas que acarrearán el diseño y la fuerte dependencia que se observa de los proveedores. FIRA establece que es determinante la selección del proveedor de la infraestructura productiva y equipos, a fin de reducir el periodo pre-operativo y fallas que repercuten en bajos rendimientos. En México, los esfuerzos están más dirigidos a evitar, en ocasiones, el exceso de luz y a mantener T más bajas dentro del invernadero que en el exterior. Es razonable que estas características lleven a un diseño totalmente diferente de invernadero.

CONCLUSIONES

La AP en México no es una panacea, ésta representa un nuevo paradigma de riesgos. Sin embargo, la AP potencialmente representa una alternativa para superar la baja escala de producción de los minifundios.

La evolución de las hectáreas de AP en México de 1998 a 2008 creció a una TMCA de 34.5%, esta dinámica corresponde en 70% al crecimiento de los invernaderos de mediana y baja tecnología. En México se deberá promover el establecimiento de invernaderos de mediana y baja tecnología. Para que los invernaderos sean rentables se requieren rendimientos de 35 kg•m⁻² con tecnología media y, al menos 60% exportable, para mercado nacional con baja tecnología se requieren 15 kg•m⁻².

Canadá y EUA han frenado su crecimiento en invernaderos, por ello la horticultura de México tiende a incrementar sus exportaciones a los EUA en la medida en que exporta más barato, por lo que las ganancias de los exportadores las determinan los grandes volúmenes de venta, que los pequeños y medianos invernaderos no pueden lograr.

Finalmente, los factores que influyen en el impulso de la AP son: el bajo nivel de la curva de aprendizaje; la incertidumbre fitosanitaria; la inversión que implican los invernaderos de media y alta tecnología, los costos de operación para controlar temperatura y humedad relativa por estar en climas extremos, o el mal diseño; la escala de producción. Los problemas derivados del diseño aumentan el periodo pre operativo y fallas que repercuten en bajos rendimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Armendáriz - Erives, S. 2007. Desafíos y riesgos agrícolas ante el calentamiento global. En Oportunidades y retos de la Ingeniería Agrícola ante la globalización y el cambio Climático. UACH-URUZA. Pp. 73-79.
2. CENAPRED. 2001. Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. México: SEGOB.
3. 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.
4. Fjelsted-Alrøe, H. and Kristensen, E. S. 2004. Basic principles for organic agriculture: Why? And what kind of principles? Ecol. Farming: 1-8.
5. Gomme, R. 1998. Climate-related risk in agriculture. FAO, IPCC Expert Meeting on Risk Management Methods, Toronto, AES, Environment Canada, 29 April-1 May.
6. Guantes-Ruiz, J. 2006. El mercado de los invernaderos en México Instituto Español de Comercio Exterior. Oficina Económica y Comercial, Embajada de España en México, México. 54 p.
7. INEGI. 2001. Resultados del VIII Censo Ejidal.
8. Nelson, D. 1990. Mitigating disasters: power to the community. Int Nurs Rev 37 (6):371.

9. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (FAO - SAGARPA). 2007. Producción de hortalizas a cielo abierto y bajo condiciones protegidas. México. 33 pp. Disponible en: www.sagarpa.gob.mx/pesa/docs_pdf/proyectos_tipo/invernaderos.pdf. Fecha de recuperación: 18 de diciembre de 2008.
10. Regil, M. 2008. Dirigen el gasto social a quienes más tienen. *El Financiero*. Viernes, 31 de octubre de 2008.
11. Rippy, J. F. M., Peet, M. M., Louws, F. J., Nelson, P. V., Orr, D. B., and Sorensen, K. A. 2004. Plant development and harvest yields of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. *HortSci*. 39(2):1-6.
12. SAGARPA-ASERCA. 2008. Proyecciones de largo plazo del sector agropecuario internacional. 2008-2017. Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA).
13. Sánchez-Salazar, M. T. y Martínez-Galicia, M. 2006. La vulnerabilidad de la industria y los sistemas energéticos Ante el cambio climático global. Instituto de Geografía. UNAM.
14. Thornthwaite, C.W. & Mather, J. R. 1955 The Water Balance. *Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology*, 8(1):1-86.
15. Warman, A. 2001. *El campo mexicano en el siglo XXI*. 1ª ed. Ed. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

***(Artículo recibido el 8 marzo del 2010 y aceptado para su publicación el 1º marzo del 2011).**