

# **PRODUCCION DE HORTALIZAS EN ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN DE BAJO COSTO. OPCION PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO EN COMUNIDADES INDIGENAS MARGINADAS DE OAXACA**

*Dra. Juana Yolanda López Cruz*<sup>1</sup>

*Dr. Gabino Alberto Martínez Gutiérrez*<sup>2</sup>

## **RESUMEN**

El deterioro que en la actualidad presentan los recursos naturales, incide negativamente en el desarrollo rural; además, la cultura de conservación de los recursos naturales se ve amenazada ante el abandono de la tierra, originada por la falta de fuentes alternativas de ingreso. Una de las consecuencias directas e inmediatas de la pérdida y degradación de los recursos naturales es la cada vez menor capacidad de producir ingresos y productos de subsistencia de los habitantes en zonas indígenas rurales, siendo menores sus alternativas de ingreso, por ello, para disminuir esta situación generalizada en el país y sobre todo en el estado de Oaxaca es necesario buscar alternativas que permitan un manejo integral de los recursos naturales y que contribuyan a mejorar el nivel de vida de la población. De ahí que el objetivo de esta investigación fue: Diseñar una estrategia de desarrollo regional sustentable que permita mejorar las condiciones de vida de la población indígena de Oaxaca mediante un manejo integral de sus recursos naturales. Actualmente en el campo experimental del CIIDIR Unidad Oaxaca, se ha evaluado la producción de hortalizas bajo tres estructuras de protección con la finalidad de promover su adopción entre la población indígena de diferentes zonas rurales del estado a

---

<sup>1</sup> Dra. en Desarrollo Regional y Tecnológico, Instituto Politécnico Nacional, Becaria COFAA-IPN. Tel. (951)5170610 ext. 82747 , correo electrónico: [jylopez@ipn.mx](mailto:jylopez@ipn.mx) ó [jylopez\\_2000@yahoo.com.mx](mailto:jylopez_2000@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> Dr. en Horticultura Protegida. Instituto Politécnico Nacional, Becario COFAA-IPN. Tel. (951)5170610 ext. 82761 , correo electrónico: [gmartinezg@ipn.mx](mailto:gmartinezg@ipn.mx) ó [megabinin@yahoo.es](mailto:megabinin@yahoo.es)

pesar de que el cultivo de hortalizas bajo estructuras protegidas se ha venido incrementando, es necesario evaluar estructuras de protección para la agricultura de minifundio, que sea de bajo costo, multifuncionales y versátiles. Los resultados indican que las plantas de tomate de cáscara cultivadas en el invernadero tipo macrotunel con ventila cenital aumentó el rendimiento de tomate de cáscara en 60 % en comparación al cultivo en campo, además de mejorar el tamaño de los frutos en grandes y extra-grandes. En el invernadero tipo macrotunel sin ventila cenital se observó mayor crecimiento del cultivo y mayor rendimiento con y sin acolchado plástico del suelo y el genotipo “Rendidora” produjo 28.60 % más, que la “Verde Puebla” y fue el genotipo con mayor rendimiento de los siete evaluados, también concentro su tamaño de frutos en medianos y grandes. Todos superaron en rendimiento y calidad al cultivo de tomate en campo. Por lo que se puede adoptar esta tecnología en comunidades indígenas marginadas del estado de Oaxaca, para generar ingresos en todo el año y disminuir la emigración de sus habitantes.

**Palabras clave:** horticultura protegida, producción hortalizas, desarrollo local sustentable.

## **INTRODUCCIÓN.**

Oaxaca es uno de los estados con mayores índices de marginación y pobreza ocupando el tercer lugar a nivel nacional (CONAPO 2005). La orografía montañosa en la mayoría de sus regiones reduce las posibilidades de la explotación agrícola convencional, puesto que casi el 70% de la superficie total de la entidad son tierras consideradas como no aptas para la agricultura, principalmente por tener suelos infértiles y de fuertes pendientes, esta situación se agrava aún más en algunas regiones, como en la mixteca, que por las condiciones climáticas y de suelo se encuentra inmersa en condiciones de pobreza y se ve amenazada en su desarrollo económico y social por la falta de fuentes alternativas de ingreso originados por diversos factores, pero principalmente por la escasez de fuentes de empleo y los bajos niveles de

rendimiento y productividad agrícola, esto ha ocasionado una fuerte expulsión de la población hacia los Estados Unidos de América.

Debido a ello, los campesinos actualmente dependen más de la venta de su fuerza de trabajo asalariado que de la agricultura. Esto es así porque produce menos riesgos, ya que el clima, la disponibilidad de recursos y la situación del mercado internacional, en cuanto a agricultura se refiere, no garantiza ninguna seguridad económica y social a los pequeños productores, razón por la cual tienden a emigrar, abandonando sus localidades de origen, trayendo como consecuencia desintegración familiar y otras repercusiones en la calidad de vida de los integrantes de las comunidades rurales.

La concentración de la actividad económica, al no existir suficientes oportunidades de trabajo, genera desempleo desactivando la economía y agravando los problemas sociales, lo cual incide en la deficiente satisfacción de las necesidades básicas y produce la salida de la población a centros de población más desarrollados y despoblamiento de áreas rurales desaprovechándose recursos humanos y naturales y agravando los problemas sociales en zonas urbanas.

El desequilibrio en la distribución de las actividades económicas a su vez, repercute en deficientes vías de comunicación, transporte inadecuado, múltiples intermediarios, acaparamiento, ineficiente funcionamiento de las instituciones oficiales lo cual se refleja en la falta de mercados regionales y en el incremento de precios de manera desproporcionada.

Por ello se hace necesaria la búsqueda de alternativas que ayuden a mitigar esta situación, en la actualidad por la escasez del agua y de suelos no aptos para la agricultura convencional se ha planteado como una alternativa para poder salir de la marginación y la pobreza el rescate del

conocimiento tradicional relacionado con el uso y manejo de los recursos naturales y se ha impulsado el cultivo de hortalizas bajo condiciones protegidas.

La adopción de tecnologías, como la agricultura protegida, la fertirrigación y el riego por goteo son necesarias debido a la escasez del agua, al deterioro e infertilidad del suelo y a la variación climática (SAGARPA, 2012). La agricultura protegida en México se está desarrollando imitando las tecnologías generadas en otros países, como; invernaderos altos y fuertes para soportar nieve y temperaturas extremas, de materiales galvanizados y muy caros, y está teniendo un importante impulso a nivel nacional. El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es la principal hortaliza cultivada en este tipo de ambientes. Durante los últimos 10 años, en México el cultivo intensivo de tomate bajo invernaderos aumento de 1299 hectáreas en 2001 a 11 759 en 2010 y se estima que continuará aumentando. En Oaxaca, el cultivo de esta misma especie, pasó de cero hectáreas en 1990 a 147 ha en 2008 (OEIDRUS, 2011). Sin embargo en México y más en los estados del sur como Oaxaca, la generación de tecnologías y su transferencia deberá tener otras características, como; tecnologías para pequeñas superficies, no fuertes porque no tenemos nevadas, aptos para diversificar los cultivos, que se adapten a comunidades rurales indígenas, de bajo costo y multifuncionales (Martínez 2005). A pesar de que por unidad, el tiempo necesario para el cultivo de tomates en invernadero es mucho mayor que cualquier cultivo hortícola de campo. (Synder, 2006).

En los tres últimos años, la oferta de tomate de invernadero alcanzó a la demanda estatal y en algunos meses del año a la demanda nacional, ocasionando en estos meses la caída de su precio. El monocultivo de tomate en invernaderos ha ocasionado el abandono del cultivo intensivo en ambientes protegidos de otras especies hortícolas de primera necesidad como el tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) especie endémica de México que crece y prospera desde los 10 hasta los 2,600 msnm y su cultivo se realiza en pequeñas superficies

minifundistas con rendimientos bajos no mayores a 12 ton ha<sup>-1</sup>(Peña, 2001), debido a que existe muy poca investigación para su cultivo intensivo en ambientes protegidos. Su fruto tiene propiedades curativas y nutricionales aunque su mayor uso es en forma de salsas y como condimento en la gastronomía. En México en los últimos años, el consumo *per cápita* de esta hortaliza ha ido en aumento al igual que en Estados Unidos y Canadá principales países consumidores.

Por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de tres estructuras de protección con diferentes tipos de cubiertas, sobre el rendimiento y calidad de siete genotipos de tomate de cáscara (*Physalys ixocarpa* Brot.) y su comparación con el cultivo en campo

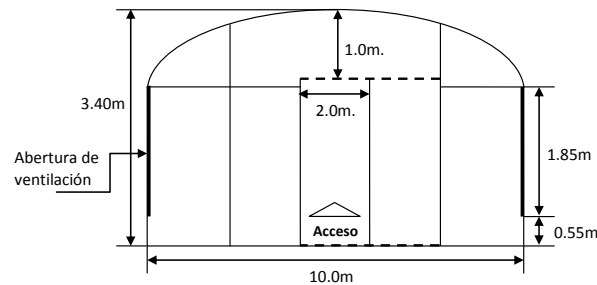
## **METODOLOGÍA**

Los trabajos tanto en invernadero como en laboratorio se hicieron en las instalaciones del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN- Unidad Oaxaca); localizado en el Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. Su ubicación geográfica es 17° 1' 31" N y 96° 43' 11" O, con una altitud de 1530 msnm. Con temperatura media anual de 21.4 °C y precipitación pluvial media anual de 785.5 mm. La temperatura media del mes más caluroso es de 24 °C y el más frío de 18°C. El periodo de lluvias es de abril a septiembre con un promedio máximo en junio de 172.1 mm. (SMN, 2013).

Se diseñaron y construyeron tres tipos de invernadero (Figuras 1, 2 y 3), todos con una superficie de 250 m<sup>2</sup>, con dimensiones de 10 x 25 metros, y alturas entre 3.5 y 3.6 metros con cubiertas plásticas diferente, los perfiles estructurales fueron del tipo ligero, con aberturas de ventilación lateral de dimensiones 25 x 1.45 m y cubierta de malla anti-insectos de 10 x 20 (hilos cm<sup>-1</sup>). La configuración arquitectónica de estos invernaderos quedó constituida por una sección

transversal en túnel y por siete entre-ejes de 3.60 metros, para un total de 25 metros de longitud por 10 metros de ancho. Estas estructuras se diseñaron con la finalidad de cultivar plantas de bajo crecimiento como; tomate cáscara, chile de agua, sandía, melón, pimiento, ejote, etc., que no requieren reforzar los invernaderos para soportar cargas adicionales de tutorado de plantas, por lo que las estructuras son más económicas y por lo mismo puede estar al alcance de un número mayor de productores.

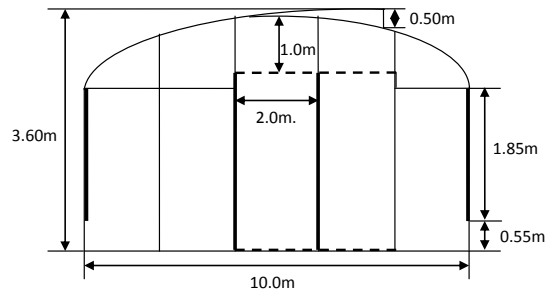
Figura 1. Invernadero tipo macrotúnel sin ventila cenital



### Macrotúnel sin ventila cenital

Esta estructura de protección se propuso para forzar que la ventilación natural se llevara a cabo por las bandas laterales del invernadero, y observar el efecto sobre el cultivo, por la ausencia de ventana cenital, que como se sabe el aire caliente en cualquier invernadero drena por esta ventana, según el efecto chimenea por ser más ligero que el aire a temperatura normal, la cubierta fue de plástico blanco al 30% UV2 calibre 720 y la altura en la cumbre de la techumbre fue de 3.5 m.

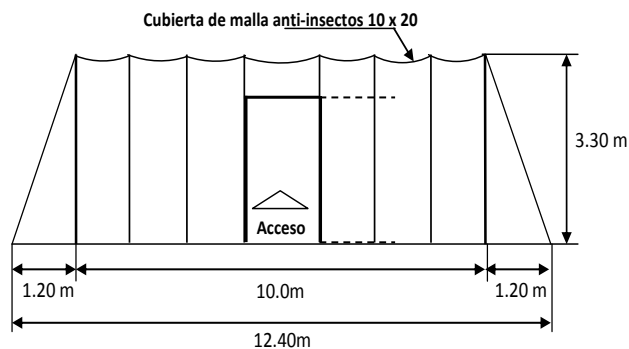
**Figura 2. Invernadero tipo macrotunel con ventila cenital**



### **Macrotunel con ventila cenital**

En este invernadero se propuso la arquitectura convencional de un invernadero multitunel con ventanas en las bandas laterales y una ventana cenital de 0.60 x 25 metros, con altura de 3.6 metros y una superficie de 250 m<sup>2</sup>, la cubierta fue de plástico transparente difuso calibre 720, en este tratamiento se colocaron seis surcos, dos con acolchado plástico con la finalidad de evitar la evaporación del agua de riego.

**Figura 3. Invernadero tipo Bioespacio**



### **Bioespacio**

Es un invernadero con dimensiones de 12.4 x 27.4 metros, cubierto con malla anti-insectos y ventanas laterales inclinadas de 1.5 m de ancho y 25 metros de largo, esta estructura es una de las de menor costo por los pocos materiales empleados en su construcción.

Para la caracterización de los parámetros climáticos de cada estructura de invernadero se emplearon Hobo Pro V2 Logger, con dos sensores uno para temperatura y otro para humedad relativa con intervalos de medición de 5 minutos. El sensor de temperatura tiene un rango de operación de -40° a 70° C y precisión de 0.2° C para el intervalo de 0 a 50° C y resolución de 0.02° C a 25°C. El sensor de humedad relativa con rango de operación de 0 a 100% HR, -40° a 70° C, con precisión de  $\pm 2.5\%$  de 10 a 90% de humedad y resolución de 0.03%, se colocó uno por tratamiento a una altura de 1.2 m sobre el nivel del suelo de cultivo y colocados dentro de una caja de madera protectora para evitar el calentamiento de la carcasa del sensor.

El experimento se estableció en el ciclo primavera – verano de 2013, los tratamientos evaluados fueron:

A). Tres estructuras de protección (descritos anteriormente) y el testigo en campo.

- a1. Invernadero de porte bajo sin ventila cenital
- a2. Invernadero de porte bajo con ventila cenital
- a3. Invernadero tipo bioespacio.
- a4. Cultivo sin estructura de protección o testigo.

B). Siete genotipos de tomate de cascara

- b1). Chihuiro
- b2). Verde Puebla
- b3). San Martín
- b4). Premier
- b5). Tecozautla
- b6). Diamante
- b7). Rendidora



C) Cubierta y no cubierta del suelo.

c1). Con acolchado plástico

c2). Sin acolchado plástico

Las semillas fueron germinadas en charolas de unicel de 200 cavidades, cuando las plantas alcanzaron 25 cm de altura, se trasplantaron a una densidad de 5.5 plantas m<sup>-2</sup>, en lotes experimentales bajo un arreglo factorial de 4 x 7 x 2 con 3 repeticiones. La fertirrigación fue la descrita por Martínez (2012), la polinización fue entomófila para lo cual se abrieron las ventilas laterales de los invernaderos de 8 a.m. a 18 p.m.

La información sobre la fenología y crecimiento del cultivo se hizo de acuerdo a los descriptores señalados por el IPGRI y el manual gráfico para la descripción varietal de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot ex Horm) elaborado por Peña et al., (2011), mediante tres muestreos periódicos a partir del trasplante. Se registraron las fechas de trasplante, inicio de floración, inicio de fructificación, inicio de cosecha, número de cortes, altura de la planta, grosor del tallo, número de entrenudos, número de botones florales, número de frutos por planta, etc.; el registro de la variabilidad climática se efectuó desde el establecimiento del experimento mediante medidores digitales de temperatura, humedad relativa y radiación. El manejo fitosanitario se llevó a cabo a través de controles preventivos y sistemas de trapeo de luz, de acuerdo a las plagas y enfermedades que se fueron presentando. Otras labores culturales que requirió el cultivo como tutorado, podas, escardas, etc. se efectuaron de manera tradicional. La recolección de frutos y su clasificación por tamaño, peso y rendimiento, se realizó de acuerdo a la norma NMX-FF-054-1982 a través de muestreos periódicos en cada corte. Se hicieron análisis de varianza y comparación de medias por Tuckey ( $p < 0.01$ ) entre variedades, infraestructuras y acolchado, todos en el programa informático Excel 2005 y SAS 2003.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1, se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de siete tipos de tomate de cáscara cultivados en el interior de tres estructuras de protección así como en campo, utilizando como medio de cultivo al suelo local sin acolchar. Las variables rendimiento (kg planta<sup>-1</sup>) y cantidad de frutos medianos y grandes mostraron diferencia significativa para todos los tipos de tomates evaluados. La variedad “Rendidora” produjo 28.60 % más, que la “Verde Puebla” y fue el genotipo con mayor rendimiento de los siete evaluados, también concentró su tamaño de frutos en medianos y grandes lo cual es una característica deseable para algunos usos de este fruto. Los genotipos Tecozautla, San Martín y Premier, alcanzaron rendimientos inferiores al genotipo “Rendidora” y también concentraron sus tamaños de frutos en medianos y grandes, aptitudes que pueden ser consideradas para una próxima evaluación.

**Cuadro 1.- Rendimiento de siete genotipos de tomate de cáscara cultivados en invernadero y suelo sin cubierta plástica (acolchado).**

Genotipos	Rendimiento (kg planta <sup>-1</sup> )	Tamaños		
		Pequeño (Frutos planta <sup>-1</sup> )	Mediano	Grande
Chihuiro	1.53 bc <sup>1</sup>	64	126 a	2 b
Diamante	1.27 c	40	32 d	2 b
Verde Puebla	1.25c	48	98 c	2 b
San Martín	1.43 bc	32	120 a	3 ab
Rendidora	1.75 a	63	97c	3 ab
Tecozautla	1.65bc	52	116b	4 a
Premier	1.36 bc	47	62 c	2 b
Significancia	*	n.s.	*	*

n.s.: No significativo; \* significativo P < 0.05; <sup>1</sup>: medias con letras iguales en cada columna son iguales estadísticamente (Tukey, 0.05)

El cuadro 2. También muestra los resultados obtenidos en la evaluación de siete genotipos de tomate de cáscara cultivados en el interior de tres estructuras de protección así como en campo, utilizando como medio de cultivo al suelo local con **cubierta plástica (acolchado)**. Las variables rendimiento ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) y cantidad de frutos medianos y grandes mostraron diferencia significativa para todos los tipos de tomates evaluados. El genotipo “Diamante” produjo 38 % más, que el clasificado como Premier y fue el genotipo con mayor rendimiento de los siete evaluados, también concentró su tamaño en frutos medianos y grandes. Los genotipos Rendidora, Tecozautla, San Martín y Verde Puebla obtuvieron rendimientos inferiores al genotipo Diamante y también concentraron sus frutos en los tamaños medianos y grandes, características que como se indicó en el sistema sin cubierta plástica, también los convierte en genotipos prometedores para una segunda evaluación.

Tanto en el sistema con cubierta plástica del suelo y sin cubierta plástica, la cantidad de frutos pequeños no mostraron diferencias significativas entre los genotipos evaluados y fue en este tamaño de fruto (pequeño) en donde se concentró la mayor producción, este comportamiento de todos los genotipos evaluados, pudo haberse debido a la densidad de siembra; que fue de  $5.5 \text{ plantas m}^{-2}$ , pues lo indicado para campo es de  $4 \text{ plantas m}^{-2}$ . Diversos autores indican que al cultivar plantas en ambientes no restrictivos (invernaderos, macrotuneles o bioespacios) se obtienen mayores rendimientos con una rápida entrada a producción, aseveración que se cumple en esta investigación con la diferencia que la mayor producción se concentró en frutos pequeños.

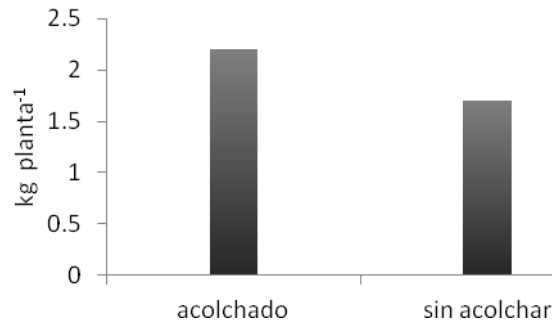
**Cuadro 2. Rendimiento de siete genotipos de tomate de cáscara cultivados en invernadero y suelo con cubierta plástica (acolchado).**

Tipos	Rendimiento (kg planta <sup>-1</sup> )	Tamaños		
		Pequeño (Frutos planta <sup>-1</sup> )	Mediano	Grande
Chihuiri	1.57 b <sup>1</sup>	55	9 c	11 c
Diamante	2.28 a	64	15 a	17 a
Verde Puebla	1.56 b	62	12 b	14 b
San Martín	1.58 b	49	13 b	15 b
Rendidora	1.88 ab	61	15 a	17 a
Tecozautla	1.76ab	47	15 a	17 a
Premier	1.41 b	46	8 c	10 c
Significancia	*	n.s.	*	*

n.s.: No significativo; \* significativo P < 0.05; <sup>1</sup>: medias con letras iguales en cada columna son iguales estadísticamente (Tukey, 0.05)

La figura 4, muestra la comparación del rendimiento de los mejores genotipos obtenidos tanto en el sistema con cubierta plástica del suelo como sin cubierta plástica. El rendimiento total obtenido en plantas de tomate cultivadas en suelo con acolchado plástico fue de 23 % superior (0.5 kg planta<sup>-1</sup>) al obtenido en las plantas cultivadas en suelo sin acolchar. El aumento del rendimiento utilizando acolchado plástico del suelo también fue encontrado por López *et al.*, 2009; Castro *et al.*, 2000 y Peña 2001. Este último autor indica que con sistema de acolchado plástico y riego por goteo el rendimiento de frutos de tomate de cáscara puede alcanzar de 60 a 80 t ha<sup>-1</sup>. A la vez, estas diferencias de rendimiento se deben a que la cobertura plástica produce una reducción significativa de la evaporación del agua en la superficie del suelo especialmente con riego por goteo. Asociada con la reducción de la evaporación existe un incremento general de la transpiración del cultivo debido a la transferencia de calor sensible y radiactivo desde la superficie de la cobertura del plástico hacia las adyacencias de la vegetación.

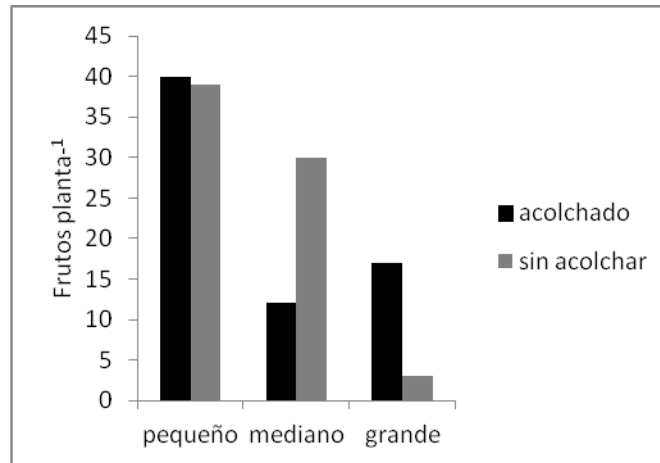
**Figura 4. Rendimiento de los genotipos sobresalientes de tomate de cáscara en los sistemas con cubierta (acolchado) y sin cubierta (sin acolchado) del suelo.**



La figura 5, muestra el resultado obtenido para el comportamiento en el tamaño del fruto debido al efecto de la cubierta o no cubierta del suelo. Los frutos de tamaño pequeño (20 g fruto<sup>-1</sup>) no mostraron diferencias para todos los genotipos evaluados y se obtuvieron en promedio 38 frutos planta<sup>-1</sup>. Las plantas cultivadas en suelo sin cubierta plástica (sin acolchado) manifestaron su mayor potencial en frutos de tamaño medio, cada uno con peso promedio de 40 g fruto<sup>-1</sup>, mientras que las plantas con cubierta en el suelo o acolchado produjeron solo 11 frutos de este mismo tamaño y peso. Sin embargo las plantas cultivadas en suelo con acolchado concentraron su producción en frutos grandes mayores a (60 – 100 g fruto<sup>-1</sup>) y frutos extra-grandes (mayores a 100 g fruto<sup>-1</sup>) datos que no son mostrados. Tanto los frutos grandes como los extra-grandes son cualidades que se desean en el presente proyecto debido a los requerimientos de los productores para disminuir los costos en el “descascarado” del fruto. Respecto a la mayor cantidad de frutos pequeños y medianos, diversos autores (Gimenez, 1992, Castilla, 1995) indican que la manipulación de la densidad de plantas es una de las vías empleadas para alcanzar una intercepción de radiación eficiente. Pero en hortalizas de fruto, además de adecuar la densidad de plantas a las condiciones climáticas (radiación, principalmente), hay que tener en cuenta que una densidad alta afecta al tamaño del fruto; reduciéndolo, por lo que para una determinada densidad, la poda y el tutorado de las plantas deben perseguir la

optimización de la fotosíntesis y priorizar la distribución de asimilados hacia los órganos de las plantas que se deseen en cada caso, como en este hacia el mayor tamaño del fruto.

**Figura 5. Efecto de la cubierta y no cubierta del suelo sobre el tamaño de los frutos de tomate de cáscara**



El cuadro 3, muestra los rendimientos medios y la cantidad de frutos clasificados en tres tamaños (pequeños, medianos y grandes) de siete genotipos de tomate de cáscara cultivados en el interior de tres estructuras de protección: invernadero sin ventila cenital, invernadero con ventila cenital y bioespacio, además del obtenido en el cultivo en campo. Las variables respuesta rendimiento y los tres tamaños de frutos evaluados, mostraron diferencias significativas respecto a las estructuras de protección al igual que en lo obtenido del cultivo en campo. El mayor rendimiento ( $2.28 \text{ kg planta}^{-1}$ ) de tomate de cáscara, se obtuvo en el invernadero con ventila cenital y el menor rendimiento ( $0.91 \text{ kg planta}^{-1}$ ) en las plantas cultivadas en campo. Estos resultados indican que las plantas de tomate cultivadas en el invernadero con ventila cenital superaron en 60 % al rendimiento obtenido en el cultivo en campo; 47% al de las plantas cultivadas en el bioespacio y en 31 % a las cultivadas en el invernadero sin ventila cenital. También el uso del invernadero con ventila cenital como estructura de protección aumentó el número de frutos grandes.

**Cuadro 3. Cultivo de tomate de cáscara en ambientes no restrictivos y su efecto en el rendimiento y tamaños de frutos.**

Infraestructura	Rendimiento (kg planta <sup>-1</sup> )	Tamaños		
		Pequeño (Frutos planta <sup>-1</sup> )	Mediano	Grande
Invernadero sin ventila	1.57 <sup>1</sup> bc	28 c	34 a	3 bc
Invernadero con ventila	2.28a	67 a	21 a	4 a
Bioespacio	1.20b	51 b	12 b	3 bc
Cultivo en campo	0.91bc	52 b	4c	2c

<sup>1</sup>: medias con letras iguales en cada columna son iguales estadísticamente (Tukey, 0.05)

Una mayor producción de tomate de cáscara con frutos grandes en el invernadero con ventila cenital, puede asociarse a la eficiencia de uso de la radiación solar. La cubierta plástica de este invernadero fue del tipo transparente difuso, mientras que la cubierta del invernadero sin ventila cenital fue del tipo blanco con sombra al 30%. Para el primer tipo de plástico (transparente difuso) se conoce que si toda la radiación es difusa, la eficiencia será mayor que si prevalece la radiación directa o con sombra, con valores comprendidos entre 0.8 y 1.4 g. biomasa por (mega joule) MJ de radiación global (Castilla, 2005). Por esto resulta interesante en invernaderos el uso de los plásticos difusores de luz, siempre que no limiten la transmisividad. Se ha descrito que una reducción del 1% en la radiación generó una disminución de cosecha del 1% en pepino y tomate (Cockshull *et al.*, 1992).

## CONCLUSIONES

El invernadero tipo macrotunel con abertura de ventilación cenital presentó la mayor actividad fotosintética, lo cual se observó en un mayor crecimiento del cultivo y mayor rendimiento con y sin acolchado plástico del suelo.

El rendimiento de los siete genotipos *Physalis* evaluado en las tres estructuras de invernaderos evaluadas en este experimento fue superior al rendimiento de los siete genotipos cultivados en campo y sin estructuras de protección (testigo).

El invernadero tipo macrotunel con ventila cenital superó en rendimiento a los otros tres tratamientos con un; 83, 69 y 40%, respectivamente (macrotunel sin abertura de ventilación cenital, bioespacio y cultivo al aire libre).

Sin cubierta del suelo (no acolchado) la variedad “Rendidora” produjo 28.60 % más que los otros 6 genotipos y concentró sus frutos en medianos y grandes.

Con cubierta del suelo (acolchado plástico) la variedad “Diamante” produjo 38 % más que los otros 6 genotipos y concentró sus frutos en medianos, grandes y extra-grandes. El uso de acolchado plástico en el suelo incrementa en 23 % el rendimiento de tomate de cáscara, mejorando sustancialmente el tamaño de los frutos en calibres, grandes y extra-grandes.

El uso del invernadero con ventila cenital aumentó el rendimiento de tomate de cáscara en 60 % en comparación al cultivo en campo, además de mejorar el tamaño de los frutos en grandes y extra-grandes.

La producción en invernaderos familiares es una tecnología que pueden ser implementada utilizando de manera sustentable los recursos potenciales con que cuentan las comunidades, generando nuevos empleos e incrementando los niveles de calidad de vida de la población participante. Por los altos índices de emigración, el cultivo en invernaderos es una actividad que está siendo realizada mayormente por las jefas de familia, propiciando así la participación de la mujer en condiciones de igualdad y equidad social.



Los gobiernos federales, estatales y municipales deben unir lazos, junto con la comunidad universitaria para guiar el rumbo de diversas comunidades implementando diversos proyectos productivos y generar nuevas alternativas de producción, empleo y desarrollo social. Con el apoyo de las autoridades municipales en cada región es posible integrar estrategias para el desarrollo integral y sustentable de cada una de las regiones aprovechando su vocación productiva.

Para impulsar la adopción de este tipo de tecnologías (cultivos de hortalizas en invernaderos con sistema de acolchado) se deben crear organizaciones entre los indígenas siendo ellos mismos los agentes de cambio en colaboración con organizaciones civiles- ya sean universidades o centros de investigación.

Aún cuando el nivel de ingreso de la población no se vea incrementado de forma directa, se tiene impacto en la adquisición de mayores conocimientos para el proceso productivo así como en el desarrollo de habilidades, representando una alternativa ocupacional para las mujeres e incluso para las personas de la tercera edad o para quienes padecen problemas de salud como diabetes o hipertensión, propiciando así la participación de los sectores más vulnerables en condiciones de igualdad y equidad social.

## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

**Castellanos J Z (2004)** *Manejo de la fertirrigación en suelo. In: Manual de Producción Hortícola en Invernadero.* J Z Castellanos. (ed). 2a ed. INTAGRI. México. pp:103-123.

**Castilla, N.** (2005). *Invernaderos de plástico, tecnología y manejo.* Ed. Mundi prensa. 462 p.

**Gimenez, C.** (1992). *Bases fisiológicas de la producción hortícola.* En: Nueva horticultura.

Ramos E. Rallo L. (Ed.). Mundi –Prensa. Madrid: 57-74.

### ARTÍCULOS:

**Castro B. R., Sánchez G. P., Peña L.A., Alcantar G. G., Vaca C.G.López R. R.** (2000). *Niveles críticos, de insuficiencia y toxicidad de N-NO<sub>3</sub>, en el extracto celular de peciolo de tomate de cáscara.* Revista Terra 18 (2): 141-146.

**Cockshull K. E.** (1992). *Crop environments.* Acta horticulturae, 312: 7-85.

**López-López, R., Arteaga-Ramírez, R., Vázquez-Peña, M. A., López-Cruz, I. L., Sánchez-Cohen, I.** 2009. *Producción de Tomate de Cáscara (Physalisixocarpa Brot.) Basado en Láminas de Riego y Ácolchado Plástico.* Revista Chapingo. Serie Horticultura, 15(1), pp 83-89.

**Martínez Gutiérrez, Gabino Alberto; Zárata Altamirano, Graciela y Urrestarazu Miguel.** 2012. *Maguey bagasse waste as sustainable substrate in soilless culture by Melon and tomato crop.* Journal of Plant Nutrition, 35:14, 2135-2144.

<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904167.2012.724493#.VBoOX8vwPIU>

**Villareal R M, E R García, E T Osuna, B A Armenta (2002)** *Efecto de dosis y fuente de nitrógeno en rendimiento y calidad de poscosecha de tomate en fertirriego.* Terra 20:311-320.

### PÁGINAS ELECTRÓNICAS:

[www.conapo.gob.mx/work/.../CONAPO/indices.../margina2005/AnexoA .CONAPO](http://www.conapo.gob.mx/work/.../CONAPO/indices.../margina2005/AnexoA .CONAPO) *Indices de marginación. Consultado el 30 junio del 2013.* **tomate de cascara - Inifap**

[www.inifap.gob.mx/circe/.../TOMATE%20DE%20CASCARA.pdf](http://www.inifap.gob.mx/circe/.../TOMATE%20DE%20CASCARA.pdf) *Recomendaciones de fertilización para mejorar la nutrición tomate de cáscara.* Consultado el 1º. Mayo 2014.

<http://2006-2012.sagarpa.gob.mx/agricultura/Paginas/Agricultura-Protegida2012>. **SAGARPA** (Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación) 2012. *Agricultura protegida.* Consultado el 15 de julio 2014.

<http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/> **Norma Mexicana** *NMX-FF-54-1982. Productos alimenticios no industrializados para uso humano - hortalizas en estado fresco – tomate con cascara.* Dirección General de Normas. Secretaria de Comercio y Fomento industrial. Gobierno de México. Consultado el 9 de febrero del 2014.

OEIDRUS.20011. [http://www.oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus\\_oax/](http://www.oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus_oax/) *Invernaderos Datos Básicos 2008.* Consultado el 3 de junio del 2014.

**Snyder**, Richard G. 2006. *Guía del cultivo de tomate en invernaderos.* Publicacion 2419. Mississippi State University. En: <http://msucares.com/espanol/pubs/p2419.pdf> Consultado el 19 de marzo de 2014.

#### MEMORIAS DE CONGRESOS

**Peña L. A.** (2001) *Situación actual y perspectivas de la producción y mejoramiento genético de tomate de cáscara (Physalis ixocarpa Brot.) en México.* Primer Simposio Nacional. Técnicas modernas de producción de tomate, papas y otras solanáceas. Universidad Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila.