

# EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTO DE (*Physalis ixocarpa* Brot) BAJO AMBIENTES PROTEGIDOS COMO OPCIÓN PARA EL DESARROLLO LOCAL

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

*Ing. Arisbeth Orozco Villafañe*<sup>2</sup>,

*Dr. Gabino Alberto Martínez Gutiérrez*<sup>3</sup>

## RESUMEN

El crecimiento de la población mundial y la escasez de tierras aptas para la agricultura convencional, originaran que en los próximos años se enfrente una situación de serios problemas en el abasto de alimentos, además de las condiciones ambientales que son cada vez más cambiantes, hay menos suelo, agua de calidad y mayor deterioro ambiental. Las transformaciones sociales, económicas, productivas y todas las nuevas exigencias de mercado y comercio no solo nacional sino también internacional y la competitividad, proyectan nuevos retos para el desarrollo del sector primario, los cuales apoyados por los diferentes programas federales que impulsan la producción de alimentos básicos con el uso de nuevas tecnologías pueden incrementen el nivel de calidad y productividad de los mismos.

Por ello en este proyecto de investigación se evaluaron en el CIIDIR IPN Unidad Oaxaca el rendimiento y la calidad de fruto de siete genotipos de tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa* Brot) evaluando los factores: Variedad, ambientes controlados y dos sistemas de siembra acolchado plástico y sin acolchado plástico, con el propósito de promover su adopción entre la

---

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

<sup>2</sup> Ing. en Desarrollo Comunitario, correo electrónico: [arisbeth2323@hotmail.com](mailto:arisbeth2323@hotmail.com)

<sup>3</sup> Dr. en Horticultura Protegida. Instituto Politécnico Nacional, Becario COFAA-IPN, correo electrónico: [gmartinezg@ipn.mx](mailto:gmartinezg@ipn.mx) ó [megabinin@yahoo.es](mailto:megabinin@yahoo.es)

población indígena de diferentes zonas rurales del estado para con ello mejorar e impulsar el desarrollo local de las comunidades.

De la combinación de los factores a evaluar se obtuvieron 56 tratamientos que fueron distribuidos en un diseño en parcelas subdivididas. Entre los principales resultados se observó que los tratamientos 11 y 33 muestran respuestas significativas ( $\alpha=0.05$ ) en las variables rendimiento total de fruto. La interacción de las variedades 2 y 5 en invernadero o ambiente 1 con acolchado plástico presentaron los mejores rendimientos promedios de 3 085 y 2 495 g, respectivamente.

**Palabras clave:** *Desarrollo Sustentable, Estructuras de Protección, Tomate de Cáscara.*

## **INTRODUCCION**

En la actualidad los recursos naturales presentan un grave deterioro, situación que incide negativamente en el desarrollo económico y social de nuestras comunidades rurales; aunado a ello, la cultura de conservación de los recursos naturales se ve amenazada por los altos índices de emigración que ocasiona el abandono de la tierra, originado 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 condiciones de calidad de vida, por ello, para disminuir esta situación generalizada en el país y sobre todo en el estado de Oaxaca es necesario buscar alternativas productivas que permitan un manejo integral de los recursos naturales y que contribuyan a generar fuentes de empleo y a obtener mejores niveles de ingreso para mejorar el nivel de calidad de vida de la población y como consecuencia el desarrollo local comunitario.

La migración es un fenómeno que está presente en todos los países del mundo y ha existido en todo momento, específicamente México tiene una alta migración laboral, siendo el destino principal de la mano de obra, los Estados Unidos de Norteamérica, por ello es necesario buscar estrategias que mejoren y ofrezcan un campo laboral atractivo, y que generen ingresos adicionales, tanto para los productores como para los jornaleros, que les permita mejorar sus condiciones de calidad de vida. Existen trabajos experimentales (Peña, 2001) que indican la obtención de alta productividad incorporando otras alternativas de cultivo y en esta investigación se proponen algunas alternativas productivas que pueden disminuir las dificultades que se presentan en el campo agrícola, originados por el cambio climático, contribuyendo a enfrentar uno de los desafíos que tiene el hombre de satisfacer las demandas de alimentación de una mayor población, haciendo un uso eficiente de los recursos suelo y agua.

Sánchez-Salazar y Martínez-Galicia (2006) consideran que unos de los efectos del cambio climático será el ascenso de temperatura, reflejándose en un aumento de la evaporación y evopotranspiración, una reducción de la precipitación y de los escurrimientos lo que incidirá a mediano plazo, en el incremento de la desertificación y de la redistribución del recurso hídrico, lo cual tendrá defectos diferenciados sobre el uso del suelo. Y es ante esta situación que la agricultura protegida puede contribuir a disminuir los efectos de los fenómenos climáticos.

Por ello se hace necesaria la realización de estudios para encontrar alternativas productivas y económicas que aminoren las diversas dificultades a las que se enfrenta nuestra sociedad, mediante la adopción de técnicas agrícolas, como lo es la agricultura protegida. y esta investigación se basó precisamente en el diseño y construcción de tres tipos de invernadero, con características y costos diferentes con el objetivo de evaluar el rendimiento y la calidad de

fruto de siete genotipos de tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa* Brot) para promover su adopción entre la población rural del estado de Oaxaca.

## **METODOLOGÍA**

### **Descripción del sitio experimental**

El estudio se realizó en el campo experimental del CIIDIR Unidad Oaxaca, ubicado en el municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, en la región de Valles Centrales del estado de Oaxaca. La altitud es de 1,530 metros sobre el nivel del mar. El clima en la mayor parte del año es templado seco, con lluvias en el verano. La temperatura media anual es de 22°C, la precipitación anual promedio es de 735.5 mm.

### **Descripción del experimento**

El experimento consistió en evaluar siete genotipos de tomate de cáscara bajo 3 ambientes de clima controlados y dos sistemas de cultivo: con y sin acolchado plástico. Para clasificar el tamaño de fruto estos se contabilizaron de acuerdo al ambiente, por variedad y por sistema acolchado y sin acolchar, además se clasificaron en chicos, medianos, grandes y extra grandes, clasificación que se dio con base en la norma **NORMA MEXICANA NMX-FF-54-1982** (PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA USO HUMANO - HORTALIZAS EN ESTADO FRESCO – TOMATE CON CASCARA).

El experimento se estableció en el ciclo primavera-verano de 2013. Las variables evaluadas fueron:

**Genotipos:**

El tomate de cáscara llamado también miltomate, es una especie oriunda de México. En donde su nombre incorpora el radical *mil*, de milpa consagrando el carácter de planta arvense (Patiño R.V.M., 2002).

Se estableció el cultivo de siete genotipos comerciales de tomate de cáscara, siendo éstas las siguientes:

**Cuadro 1.- Variedades Evaluadas en el experimento.**

Variedades Evaluadas						
V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7

Tres de estas variedades ensayadas en el experimento; variedad 2, 5 y 6 son semillas mejoradas y fueron donadas por la red de Tomate de Cáscara del SINAREFI, con financiamiento del SNICS (Sistema Nacional Inspección y Certificación de Semillas) de la SAGARPA, y las demás fueron de recolección.

**Ambientes:**

Se utilizaron tres ambientes de clima controlado, generados por diferentes tipos de estructuras de invernaderos y un cultivo en campo (Testigo).

Los tres invernaderos que se evaluaron se diseñaron para cubrir una superficie de 250 m<sup>2</sup> cada uno, 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.

**E1: Invernadero tipo macrotunel 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 que por ser más ligero que el aire a temperatura normal.

**E2: Invernadero tipo macrotunel con ventila cenital.-** En este invernadero se tiene la arquitectura convencional de un invernadero multitunel con ventanas en las bandas laterales y una ventana cenital.

**E3: Invernadero tipo Bioespacio.-** Consiste en un espacio cubierto con malla anti-insectos y ventanas laterales inclinadas, esta estructura es una de las de menor costo por los pocos materiales empleados en su construcción.

**C: Cultivo sin estructura de protección o testigo.-** Espacio de cultivo a cielo abierto.

En todos los ambientes se colocaron seis surcos o camas de siembra, tres con acolchado plástico con la finalidad de evitar la evaporación del agua de riego y tres sin acolchado.

#### **Sistema de cultivo:**

Se realizó el sistema de siembra por acolchado, el cual consiste en colocar sobre la superficie del terreno una capa protectora de plástico, denominada “*acolchado plástico*”. la cual amortigua los efectos de los agentes atmosféricos, reduce la evaporación del agua del suelo, por lo que esta queda disponible únicamente para el cultivo, aumenta la temperatura del suelo con sus consecuentes beneficios para la planta. En este experimento se cubrieron los bordos o camas de siembra de 80 cm de ancho x 23 m de largo x 50 cm altura con plástico bicapa de polietileno

blanco y negro, esto permitió la eliminación de las malezas e incremento la luminosidad en el cultivo.

E sistema de siembra denominado “*sin acolchar*”, consistió en sembrar de forma tradicional, es decir sin colocar ninguna cubierta plástica.

### **Establecimiento del cultivo**

Se sembraron 197 plantas por variedad dando en total 1375 plantas por ambiente. El total de plantas en sistema de acolchado fueron 688 y sin acolchar 687.

### **Manejo del experimento**

Los tratamientos se generan a partir de los factores: Variedad (Se utilizaron 7 genotipos), Ambientes (3 estructuras diferentes) y el sistema de siembra (Acolchado plástico y sin acolchar) mismos que se muestran en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.- Factores y niveles usados en el experimento.**

Factor	Niveles
Variedad (Genotipos)	V1
	V2
	V3
	V4
	V5
	V6
	V7
Ambiente (Estructuras)	E1.-Invernadero tipo macrotunel sin ventila cenital
	E2 Invernadero tipo macrotunel con ventila cenital
	E3 Invernadero tipo Bioespacio
	C4 Cultivo en campo (Testigo)
Sistema de cultivo	A.- Con acolchado
	B.- Sin Acolchar (Testigo)

Los 56 tratamientos quedaron integrados por la combinación de los factores en sus distintos niveles, los cuales se muestran en el Cuadro 3.

**Cuadro 3.- Tratamientos usados en el experimento**

Variedad	Estructuras	Sistema de cultivo	Tratamientos
V1	E1.- Macrotunel sin ventila	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	1=V1+E1+A 2=V1+E1+B
	E2.- Macrotunel con ventila cenital	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	3=V1+E2+A 4=V1+E2+B
	E3 Bioespacio	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	5=V1+E3+A 6=V1+E3+B
	C4.- Cultivo en campo	A.- Con acolchado b.- Sin Acolchar	7=V1+C4+A 8=V1+C4+B
V2	E1.- Macrotunel sin ventila	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	9=V2+E1+A 10=V2+E1+B
	E2.- Macrotunel con ventila cenital	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	11=V2+E2+A 12=V2+E2+B
	E3.- Bioespacio	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	13=V2+E3+A 14=V2+E3+B
	C4.- Cultivo en campo	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	15=V2+C4+A 16=V2+C4+B
V3	E1.- Macrotunel sin ventila	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	17=V3+E1+A 18=V3+E1+B
	E2.- Macrotunel con ventila cenital	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	19=V3+E2+A 20=V3+E2+B
	E3.- Bioespacio	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	21=V3+E3+A 22=V3+E3+B
	C4.- Cultivo en campo	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	23=V3+C4+A 24=V3+C4+B
V4	E1.- Macrotunel sin ventila	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	25=V4+E1+A 26=V4+E1+B
	E2.- Macrotunel con ventila cenital	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	27=V4+E2+A 28=V4+E2+B
	E3.- Bioespacio	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	29=V4+E3+A 30=V4+E3+B
	C4.- Cultivo en campo	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	31=V4+C4+A 32=V4+C4+B
V5	E1.- Macrotunel sin ventila	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	33=V5+E1+A 34=V5+E1+B
	E2.- Macrotunel con ventila cenital	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	35=V5+E2+A 36=V5+E2+B
	E3.- Bioespacio	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	37=V5+E3+A 38=V5+E3+B
	C4.- Cultivo en campo	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	39=V5+C4+A 40=V5+C4+B
V6	E1.- Macrotunel sin ventila	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	41=V6+E1+A 42=V6+E1+B
	E2.- Macrotunel con ventila cenital	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	43=V6+E2+A 44=V6+E2+B
	E3.- Bioespacio	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	45=V6+E3+A 46=V6+E3+B
	C4.- Cultivo en campo	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	47=V6+C4+A 48=V6+C4+B
V7	E1.- Macrotunel sin ventila	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	49=V7+E1+A 50=V7+E1+B
	E2.- Macrotunel con ventila cenital	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	51=V7+E2+A 52=V7+E2+B
	E3.- Bioespacio	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	53=V7+E3+A 54=V7+E3+B
	C4.- Cultivo en campo	A.- Con acolchado B.- Sin Acolchar	55=V7+C4+A 56=V7+C4+B

Los 56 tratamientos fueron distribuidos de acuerdo a un arreglo en parcelas subdivididas con 3 repeticiones distribuidas al azar a manera de ejemplo, se muestran en el Cuadro 4. La unidad experimental se conformó de 2 hileras de siembra de 4.20 m de largo con 24 plantas. La parcela útil se conformó de 20 plantas de tomate de cáscara muestreadas.

**Cuadro 4.- Distribución de tratamientos en macrotunel sin ventila**  
**Estructura 1 (Macrotunel sin ventila)**

I Repetición		II Repetición		III Repetición	
Con Acolchado	Sin Acolchado	Con Acolchado	Sin Acolchado	Con Acolchado	Sin Acolchado
V1	V1	V1	V1	V1	V1
T1	T2	T1	T2	T1	T2
V2	V2	V2	V2	V2	V2
T9	T10	T9	T10	T9	T10
V3	V3	V3	V3	V3	V3
T17	T18	T17	T18	T17	T18
V4	V4	V4	V4	V4	V4
T25	T26	T25	T26	T25	T26
V5	V5	V5	V5	V5	V5
T33	T34	T33	T34	T33	T34
V6	V6	V6	V6	V6	V6
T41	T42	T41	T42	T41	T42
V7	V7	V7	V7	V7	V7
T49	T50	T49	T50	T49	T50

Variedad

Tratamiento

### Prácticas culturales

- a).- Polinizadores: Se colocó un módulo de abejas, para elevar el índice de polinización en el cultivo.
- b).- Riego: Esta actividad se realizó por las mañanas, esto durante todo la etapa de desarrollo del cultivo. A través de este medio se realizó la aplicación de nutrientes.
- c).- Deshierbe: Esta actividad se realizó solo en las camas sin acolchado plástico, ya que el uso de acolchado plástico favorece la no aparición de maleza. .
- d).- Tutorado: Consiste en la colocación de carrizos y rafia como guía para soporte de la planta, a lo largo del bordo y sirve para guiar el crecimiento y mantener el soporte del cultivo.

e).- Control de plagas y enfermedades: Para esta actividad se colocaron trampas amarillas, se trató el suelo antes de plantar y se colocaron pesticidas para el control de plagas.

f).- Cosecha: Esta actividad consistió en la recolección del fruto maduro, es decir cuando ya rompieron el cáliz (cáscara), se dieron en total 3 cortes por cada una de las estructuras de protección. El primer corte se realizó a los 45 días, después del primer corte se realizaron dos cortes más con espacios de 10 días cada uno. Posteriormente se obtuvieron las muestras de acuerdo a las parcelas útiles.

### **Variables evaluadas**

Para obtener las variables experimentales se realizaron muestreos de las parcelas útiles para conseguir información y poder evaluar el rendimiento y calidad de fruto del cultivo de tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa* Brot), en cada uno de los ambientes establecidos y bajo el sistema de acolchado, además de determinar sus costos de producción. Todos los tratamientos recibieron manejo homogéneos, se muestrearon 20 plantas como parcela útil.

a).- Rendimiento: Se pesó la producción total de las 20 plantas muestreadas por corte en cada uno de los ambientes.

b).- Calidad de fruto: Para determinar los datos de esta variable se apoyó de la norma NORMA MEXICANA NMX-FF-54-1982 DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA USOHUMANO - HORTALIZAS EN ESTADO FRESCO – TOMATE CON CASCARA que clasifica el tamaño de tomate de cáscara en pequeños, medianos, grandes y extra grandes, de acuerdo al diámetro ecuatorial del fruto.

### **Análisis estadístico**

Las variables rendimiento, calidad de fruto, sistemas de siembra y protección; se sometieron a un análisis de varianza ( $\alpha=0.05$ ) y a la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha =0.05$ ).

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados para cada una de las variables evaluadas se presentan a continuación:

#### **Efecto por interacción variedad, ambiente y sistemas de siembra.**

##### **a).- Invernadero sin ventila cenital**

En el Cuadro 5 se muestran los resultados de rendimiento por planta obtenidos en invernadero sin ventila cenital con sistema de acolchado, se observa que la variedad 5 fue la que mostró mejores resultados en este tipo de estructura al producir en promedio 2 495 gramos por planta, seguido por la variedad 2 y 6 con 2 445 y 2 365 gramos por planta, respectivamente.

Para el caso del invernadero sin ventila cenital y sin acolchado plástico, se observó que la variedad 6 fue la que presento mejores resultados al obtener un rendimiento promedio de 1 720 gramos por planta, seguido por la variedad 3 y 5 con 1 635 y 1 415 gramos por planta, respectivamente (Cuadro 6).

Por otra parte se observa que el mayor rendimiento se obtuvo con el sistema de siembra con acolchado plástico con producción promedio de 289.700 kilogramos comparado con la producción obtenida sin acolchado plástico que fue 171. 990 kilogramos (Cuadro 5 y 6).

**Cuadro 5.- Rendimiento en gramos de tomate de cáscara en invernadero sin ventila cenital con acolchado.**

	1 <sup>er</sup> CORTE C/A	2 <sup>o</sup> CORTE C/A	3 <sup>er</sup> CORTE C/A	Total C/A	Rendimiento por planta
V1	1700,00	16000,00	18200,00	35900,00	1795
V2	3700,00	12600,00	31000,00	47300,00	2365
V3	4200,00	14600,00	14600,00	33400,00	1670
V4	4700,00	12700,00	21300,00	38700,00	1935
V5	3500,00	17400,00	29000,00	49900,00	2495
V6	9300,00	16800,00	22800,00	48900,00	2445
V7	2000,00	15800,00	17800,00	35600,00	1780
Total	29100,00	105900,00	154700,00	289700,00	14485,00

C/A (Con acolchado). Fuente: Residente, 2013.

**Cuadro 6.- Rendimiento en gramos de tomate de cáscara en invernadero sin ventila cenital sin acolchado.**

	1 <sup>er</sup> CORTE S/A	2 <sup>o</sup> CORTE S/A	3 <sup>er</sup> CORTE S/A	Total S/A	Rendimiento por planta
V1	7500,00	9450,00	4700,00	21650,00	1082,5
V2	4340,00	7800,00	7000,00	19140,00	957
V3	5100,00	15300,00	12300,00	32700,00	1635
V4	5800,00	12200,00	2600,00	20600,00	1030
V5	2300,00	11000,00	15000,00	28300,00	1415
V6	9400,00	12600,00	12400,00	34400,00	1720
V7	2300,00	9600,00	3300,00	15200,00	760
Total	36740,00	77950,00	57300,00	171990,00	8599,50

S/A (sin acolchado). Fuente: Residente, 2013.

#### **b).- Invernadero con ventila cenital**

El Cuadro 7 muestra los resultados de rendimiento en el invernadero con ventila cenital con sistema de acolchado plástico, donde se observa que la variedad 2 fue la que ofreció mejores resultados al producir 3 085 gramos por planta, seguido por 3 y 5 con pesos promedios de 1 885 y 1 860, respectivamente.

Sin embargo se observa que la variedad rendidora en el sistema de siembra sin acolchado se destaca con peso promedio de 2 710 gramos en comparación con las otras variedades (Cuadro 8).

En relación al rendimiento total en el invernadero con ventila cenital en los Cuadros 7 y 8 se muestra que el sistema sin acolchado supera al sistema de siembra con acolchado plástico con rendimiento promedio de 303. 200 kilogramos por y 255.250 kilogramos, respectivamente.

**Cuadro 7.- Rendimiento en gramos de tomate de cáscara en invernadero con ventila cenital con acolchado.**

	1 <sup>er</sup> CORTE C/A	2 <sup>o</sup> CORTE C/A	3 <sup>er</sup> CORTE C/A	Total C/A	Rendimiento por planta
V1	10900	8800	13000	32700	1635
V2	15400	20600	25700	61700	3085
V3	10400	11400	15400	37200	1860
V4	2500	9950	10300	22750	1137,5
V5	13600	17100	7000	37700	1885
V6	12900	14600	6300	33800	1690
V7	5100	20600	3700	29400	1470
<b>Total</b>	<b>70800</b>	<b>103050</b>	<b>81400</b>	<b>255250</b>	<b>12762,5</b>

C/A (Con acolchado). Fuente: Residente, 2013.

**Cuadro 8.- Rendimiento en gramos de tomate de cáscara en invernadero con ventila cenital sin acolchado.**

	1 <sup>er</sup> CORTE S/A	2 <sup>o</sup> CORTE S/A	3 <sup>er</sup> CORTE S/A	Total S/A	Rendimiento por planta
V1	5500	22100	18500	46100	2305
V2	8500	13200	29000	50700	2535
V3	9200	4700	16800	30700	1535
V4	3700	14000	18200	35900	1795
V5	8300	13700	32200	54200	2710
V6	7800	21200	18700	47700	2385
V7	6300	15500	16100	37900	1895
<b>Total</b>	<b>49300</b>	<b>104400</b>	<b>149500</b>	<b>303200</b>	<b>15160</b>

S/A (sin acolchado). Fuente: Residente, 2013.

**c).- Invernadero tipo bioespacio**

El Cuadro 9 muestra los resultados de rendimiento en el invernadero tipo bioespacio con sistema de acolchado plástico, donde se observa que la variedad 2 fue la que ofreció mejores resultados al producir 1 710 gramos por planta, seguido por 3 y 5 con pesos promedios de 1 600 y 1 465 gramos por planta, respectivamente.

En el Cuadro 10, se observa que la variedad 5 fue la que mostro mejores resultados en el sistema sin acolchar bajo una estructura tipo bioespacio, obteniendo un rendimiento de 1 847,5 gramos por planta.

Respecto al rendimiento total en invernadero tipo bioespacio, en los Cuadros 9 y 10, se muestra que el sistema sin acolchado supera al sistema de siembra con acolchado plástico con promedio de 214.950 y 180. 840 kilogramos, respectivamente. Sin embargo el sistema sin acolchado requiere de mayor inversión en mano de obra para el control de maleza.

**Cuadro 9.- Rendimiento en gramos de tomate de cáscara en invernadero tipo bioespacio con acolchado.**

	1 <sup>er</sup> CORTE C/A	2 <sup>o</sup> CORTE C/A	3 <sup>er</sup> CORTE C/A	Total C/A	Rendimiento por planta
V1	1600	15100	7100	23800	1190
V2	4700	17400	12100	34200	1710
V3	7500	15500	9000	32000	1600
V4	1800	11700	10500	24000	1200
V5	6600	12300	10400	29300	1465
V6	2700	6500	10500	19700	985
V7	1840	7500	8500	17840	892
<b>Total</b>	<b>26740</b>	<b>86000</b>	<b>68100</b>	<b>180840</b>	<b>9042</b>

C/A (Con acolchado). Fuente: Residente, 2013.

**Cuadro 10.- Rendimiento en gramos de tomate de cáscara en invernadero tipo bioespacio sin acolchado.**

	1 <sup>er</sup> CORTE S/A	2 <sup>o</sup> CORTE S/A	3 <sup>er</sup> CORTE S/A	Total S/A	Rendimiento por planta
V1	4600	16500	12600	33700	1685
V2	4600	3400	11500	19500	975
V3	6400	12700	12500	31600	1580
V4	2600	15700	19600	37900	1895
V5	8000	20550	8400	36950	1847,5
V6	1100	12500	11300	24900	1245
V7	1800	9900	18700	30400	1520
Total	29100	91250	94600	214950	10747,5

S/A (sin acolchado). Fuente: Residente, 2013.

**d).- Cultivo en campo (Testigo).**

El Cuadro 11 muestran los resultados de rendimiento en campo con sistema de acolchado donde se observa que la variedad 6 fue la que presentó mejores resultados al producir 1 951,5 gramos por planta.

En cuanto a la siembra en campo sin acolchado, se observa que la variedad 7 fue la que mostro mejores resultados con un rendimiento de 1 250,5 gramos por planta (Cuadro 12).

En cuanto a la producción total tenemos que la siembra con acolchado plástico presentó un rendimiento promedio de 199.300 kilogramos, destacándose del sistema sin acolchado el cual presenta tan sólo un rendimiento promedio de 127. 447 kilogramos.

**Cuadro 11.- Rendimiento en gramos de tomate de cáscara en campo con acolchado.**

	1 <sup>er</sup> CORTE C/A	2 <sup>o</sup> CORTE C/A	3 <sup>er</sup> CORTE C/A	Total C/A	Rendimiento por planta
V1	5200	12350	9500	27050	1352,5
V2	10160	12090	9300	31550	1577,5
V3	2200	10530	8100	20830	1041,5
V4	2200	13000	10000	25200	1260
V5	4720	14040	10800	29560	1478
V6	4300	19630	15100	39030	1951,5
V7	4000	12480	9600	26080	1304
Total	32780	94120	72400	199300	9965

C/A (Con acolchado). Fuente: Residente, 2013.

**Cuadro 12.- Rendimiento en gramos de tomate de cáscara en campo sin acolchado.**

	1 <sup>er</sup> CORTE S/A	2 <sup>o</sup> CORTE S/A	3 <sup>er</sup> CORTE S/A	Total S/A	Rendimiento por planta
V1	5700	8450	6500	20650	1032,5
V2	9050	1430	1100	11580	579
V3	1400	2210	1700	5310	265,5
V4	1800	10140	7800	19740	987
V5	2120	10400	8000	20520	1026
V6	2557	12480	9600	24637	1231,85
V7	2240	12870	9900	25010	1250,5
Total	24867	57980	44600	127447	6372,35

S/A (sin acolchado). Fuente: Residente, 2013.

### Efecto por factor variedad.

Para evaluar esta variable se consideraron siete tipos de tomate de cáscara cultivados en el interior de las tres estructuras de protección y un testigo en campo, utilizando los sistemas de siembra de acolchado y sin acolchar.

Para el sistema de siembra SIN acolchados plástico, la variable rendimiento (kg planta<sup>-1</sup>) y cantidad de frutos medianos y grandes mostraron diferencia significativa para todas las variedades evaluadas. En cuanto a genotipos, la variedad 5 produjo 28.60 % más, que la 3 y

fue el genotipo con mayor rendimiento de los siete evaluados, también concentro su tamaño de frutos en medianos y grandes. Las variedades 4, 6 y 7 alcanzaron rendimientos inferiores a la variedad 5 y también concentraron los tamaños de frutos en medianos y grandes.

En el sistema de siembra CON acolchado plástico, las variables rendimiento (kg planta<sup>-1</sup>) y cantidad de frutos medianos y grandes mostraron diferencia significativa para todas las variedades evaluadas. La variedad 2 produjo 38 % más, que la clasificada como 7 y fue el genotipo con mayor rendimiento de los siete evaluados, también concentro su tamaño de frutos en medianos y grandes.

#### **Efecto por factor sistema de siembra**

Las plantas cultivadas en suelo sin acolchado concentran sus frutos en tamaños medianos y pequeños, cada uno con peso promedio de 40 g fruto<sup>-1</sup>, similar a lo encontrado para la variedad Diamante en donde el fruto de tamaño grande tiene un peso promedio de 41 g/fruto (Peña-Lomelí y col , 2014)), mientras que las plantas en sistema con acolchado plástico produjeron mayor cantidad de frutos grandes, ligeramente mayor cantidad de frutos pequeños comparados con el sistema sin acolchado, para el caso de los frutos de tamaño mediano el sistema sin acolchar presento mayor cantidad de frutos en dicho tamaño.

Los frutos de tamaño pequeño (20 g fruto<sup>-1</sup>) no mostraron diferencias para todas las variedades evaluadas y se obtuvieron en promedio 38 frutos planta<sup>-1</sup>.

#### **Efecto por factor ambiente**

Las variables 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 de tomate de cáscara, se obtuvo en el invernadero con ventila cenital ( $2.28 \text{ kg planta}^{-1}$ ) y el menor rendimiento en las plantas cultivadas en campo ( $0.91 \text{ kg planta}^{-1}$ ). 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; en 47% al de las plantas cultivadas en el bioespacio y en 31 % a las cultivadas en el invernadero sin ventila cenital, además el uso del invernadero con ventila cenital como estructura de protección aumentó el número de frutos grandes.

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 por el tipo de cubierta plástica utilizada.

Retomando lo que señala Silva Lira, 2012, de que la base del desarrollo local es por un lado determinar el potencial de los recursos con los que se cuenta y por otro cuales son las necesidades que se requieren satisfacer ya sea de las personas, de las comunidades, de las colectividades, de los municipios o de la sociedad en su conjunto, se considera que la producción de tomate verde de cáscara (*Physalis Ixocarpa Brot*) puede constituir una alternativa de desarrollo local para las comunidades rurales por los siguientes aspectos:

- a) A partir del conocimiento del potencial económico local (Conocimiento tradicional en los cultivos) se pueden determinar objetivos estratégicos para impulsar el desarrollo local.
- b) Se puede realizar el análisis de los recursos y potencialidades de la zona (disponibilidad del suelo y agua)
- c) Se pueden identificar las principales carencias y obstáculos que existen en la zona para que surjan, se impulsen o se desarrollen proyectos productivos que generen fuentes de empleo

local e ingresos adicionales que puedan ser aplicados para mejorar las condiciones de vida de la población.

Para contribuir a incrementar el abasto de alimentos, se han establecido programas federales y estatales para la producción y abasto de alimentos, en estos programas la producción bajo estructuras de protección o invernaderos, mayormente se utilizan para el cultivo de hortalizas, frutos, flores, etc. Entre las ventajas sobre la producción en campo abierto se encuentra una mayor eficiencia en el uso del agua, tierra, fertilizantes y mejores opciones para la temporada de siembra y cosecha, logrando así una mejor regulación de las variables ambientales y agronómicas, pues permite al productor evaluar en forma permanente el desarrollo de la planta; facilitando el control de plagas y enfermedades obteniendo así una producción con mejor calidad y cantidad, en relación al campo abierto. Con ello se puede garantizar un ingreso mayor al productor y promover la gestión sostenible de la tierra, el agua y los recursos naturales, coadyuvando a que se generen fuentes de empleo locales, mayormente en la época de siembra y cosecha.

Así también con los ingresos obtenidos de la actividad se logran cubrir algunas necesidades fundamentales como son: subsistencia (salud, alimentación, etc.). Maslow señala que las necesidades humanas fundamentales son las mismas en todas las culturas y en todos los períodos históricos. Lo que cambia, a través del tiempo y de las culturas, son la manera o los medios utilizados para la satisfacción de las necesidades y la producción de hortalizas en invernaderos de bajo costo pueden contribuir a la satisfacción de estas necesidades.

Entre las ventajas que presenta el cultivo de *Physalis* en estructuras protegidas se encuentran: Adelanto (precocidad) o atraso (tardicia) de la cosecha y posibilidades de obtenerlas fuera de época, aumento de los rendimientos (3 a 5 veces mayor que los obtenidos a campo),

producción de mayor calidad (limpieza, sanidad, uniformidad), mayor eficiencia en el uso del agua, mayor facilidad para la organización de las actividades, condiciones más adecuadas del trabajo de los operarios, mejores condiciones para emplear criterios de control integrado de plagas y enfermedades, lográndose su control con menor impacto ambiental de los agroquímicos y la posibilidad de realizar más cultivos al año en la misma superficie.

Entre las desventajas se señalan las siguientes: Inversión inicial alta, los cultivos protegidos difieren en su complejidad de manejo de los cultivos a campo, los cultivos protegidos demandan mayor tecnología y mayor costo. Dificultad para superar algunas adversidades que el sistema de cultivo protegido genera, como por ejemplo la concentración de sales en el suelo o la mayor incidencia de algunos patógenos, necesidad de mano de obra más capacitada,

El desafío es obtener el máximo beneficio a partir de las ventajas que este sistema ofrece. Para lograrlo se debe considerar y complementar aspectos tales como: Uso de cultivares (variedades o híbridos) seleccionados para expresar su máximo potencial en condiciones de cultivo bajo cubierta; control del medio ambiente (temperatura, luminosidad, humedad relativa, etc.), aplicación de técnicas de cultivo adecuadas a cada especie (implantación, riego, fertirrigación, densidad de plantas, conducción, control de plagas y enfermedades), realizar un análisis crítico de los factores existentes en la zona, tales como:

- a) Factores naturales: suelo, agua (cantidad y calidad), luz, temperatura, humedad ambiente, viento, granizo.
- b) Factores humanos: disponibilidad de asesores profesionales y de mano de obra permanente y temporaria; nivel de calificación y posibilidades de capacitación.
- c) Factores técnicos: Diseño y tamaño del invernadero, disponibilidad de equipos, maquinarias e insumos requeridos para cubrir las necesidades de la producción.

- d) Factores económicos: disponibilidad de capital propio o créditos. Análisis de inversión y costos operativos; de acondicionamiento, de transporte y de comercialización.

Amortizaciones. Análisis de mercados

Por ello el realizar el cultivo de *Physalis* en forma protegida es considerada una estrategia productiva viable que persigue además los siguientes objetivos: aumentar la producción, obtener productos de mejor calidad, adelantar (primicia) y atrasar (tardicia) el momento de la recolección (cosecha)

## **CONCLUSIONES**

Las estructuras de protección o invernaderos, mayormente se utilizan para el cultivo de hortalizas, frutos, flores, etc. para contribuir a incrementar el abasto de alimentos, mismos que tienen varias ventajas sobre la producción a campo abierto: mayor eficiencia en el uso del agua, tierra, fertilizantes y mejores opciones para la temporada de siembra y cosecha, con una mayor vigilancia en las variables ambientales y agronómicas, de acuerdo con la demanda del mercado, permite al productor evaluar en forma permanente el desarrollo de la planta; facilitando el control de plagas y enfermedades obteniendo así una producción con mejor calidad y cantidad, en relación al campo abierto.

Todas las variedades evaluadas tienen mayor rendimiento cultivadas bajo las estructuras de protección en comparación con el cultivo en campo.

El material utilizado para el sistema de acolchado fue plástico bicapa, de color negro-opaco, proporciona la eliminación total de maleza, debido a que no transmite la radiación visible comprendida entre .3 y .8 micras de longitud de onda, por lo que no se realiza la fotosíntesis.

Con acolchado plástico la variedad 2 obtuvo mejor rendimiento promedio de 2.28 kg planta-1 comparado con el sistema sin acolchar que promedió 1.75 kg planta-1; por tipo de ambiente: la estructura E2 (invernadero tipo macrotúnel con ventila cenital) mostro el mejor rendimiento al obtener 2.28 kg planta-1. Sin cubierta del suelo, es decir sin acolchado la variedad 5 produjo 28.60 % más que los otros 6 genotipos y concentró sus frutos en medianos y grandes.

Con cubierta del suelo o con acolchado la variedad 2 produjo 38 % más que las otras 6 variedades 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 el tamaño de los frutos en calibres, grandes y extra-grandes.

Concluyendo finalmente que estas estructuras, las cuales tienen costos relativamente bajos en comparación con las estructuras comerciales, además que pueden ser fácilmente adaptadas a los espacios y necesidades de las familias residentes en las comunidades rurales, pueden constituir una opción para que los productores cuiden su economía, al mismo tiempo que les permita incrementar su producción, y como consecuencia con las utilidades obtenidas aplicarlas en diferentes aspectos que propicien una mejor calidad de vida de sus familias y por ende promuevan el desarrollo local de sus comunidades.

## BIBLIOGRAFÍA

**Santiaguillo H., J.F.; Cedillo, E. P.; Cuevas J. A.S.** 2010. Distribución Geográfica de *Physalis* spp. En México. Prometeo editores S. A de C.V. Guadalajara Jalisco, México.

**López-López, R., Arteaga-Ramirez, R., Vazquez-Peña, M.A., Lopez-Cruz, I. L., Sanchez-Cohen, I.** 2009. Produccion de Tomate de Cascara (*Physalys ixocarpa* Brot) Basado en Laminas de Riego y Acolchado Plastico. Revista Chapingo. Serie Horticultura, 15 (1), pp 83-89.

**López M., R.; J. F. Santiaguillo H.; A. Peña L.; J. A. Cuevas S. y J. Sahagún C.** 1994 Evaluación de 60 colectas de tomate de cáscara (*Physalys ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 1(2): pp 131 – 134.

**Peña-Lomelí, Aureliano; Ponce-Valerio, Juan J.; Sánchez-del-Castillo, Felipe y Magaña-Lira, Natanael.** 2014. Desempeño agronómico de variedades de tomate de cáscara en invernadero y campo abierto. Agronomic performance of husk tomato varieties under greenhouse and open field conditions. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 37 (4). pp. 381 – 391.

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

**Moreno Reséndez Alejandro; Aguilar Duran, Juanita; Luévano González Armando.** 2011, Características de la agricultura protegida y su entorno en México. Revista Mexicana de Agronegocios, vol. XV, 29 pp.763-774. Sociedad mexicana de administración agropecuaria A.C. Universidad autónoma de la laguna. UAAN. Torreón México. Disponible en: <http://www.redalyc.com.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCbe=14119052014>

**Silva Lira Iván y Carlos Sandoval.** 2012. Metodología para la elaboración de estrategias de desarrollo local. CEPAL-ILPES: Serie Manuales 76. Santiago de Chile.

<http://www.cepal.org/es/publicaciones/5518-metodologia-para-la-elaboracion-de-estrategias-de-desarrollo-local>

**NORMA MEXICANA NMX-FF-54-1982** (PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA USO HUMANO - HORTALIZAS EN ESTADO FRESCO – TOMATE CON CASCARA). Disponible en:

[http://s3.esoft.com.mx/esofthands/include/upload\\_files/4/Archivos/NMX-FF-054-1982.pdf](http://s3.esoft.com.mx/esofthands/include/upload_files/4/Archivos/NMX-FF-054-1982.pdf)