

## **EVALUACIÓN DEL CHILE DE AGUA (*Capsicum annuum*) CULTIVADO DENTRO DE MACROTÚNELES CON DISTINTAS CUBIERTAS**

## **EVALUATION OF CHILE DE AGUA (*Capsicum annuum*) CULTIVATED INSIDE MACROTUNNELS WITH DIFFERENT COVERS**

**Autores:** Oscar Roberto Cruz Andrés<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-5567-3240>

Cirenio Escamirosa Tinoco<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-2107-8224>

Gabino Alberto Martínez Gutiérrez<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-9989-3037>

**Institución:** Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, México

**Correo electrónico:** [inayotl@yahoo.com.mx](mailto:inayotl@yahoo.com.mx)

[escami49@yahoo.com](mailto:escami49@yahoo.com)

[megabinin@yahoo.es](mailto:megabinin@yahoo.es)

### **RESUMEN**

Se evaluó el comportamiento agronómico de dos cultivares nativos de chile de agua en condiciones protegidas dentro de tres macrotúneles con distintos materiales de cubierta: polietileno verde (PV), polietileno transparente (PT) y malla antiáfidos (M), más un cultivo a campo abierto (CA). Se realizaron tres cortes de frutos a un total de treinta plantas por cultivar y tratamiento, distribuidas en seis unidades experimentales en un diseño completamente al azar. Se registraron los cambios microclimáticos al interior de los macrotúneles, y su efecto sobre el rendimiento y la calidad de los frutos. Las cubiertas no modificaron significativamente la temperatura diurna ni la humedad relativa, generaron inercia térmica nocturna, incrementaron el déficit de presión de vapor y disminuyeron la Radiación Fotosintéticamente Activa Integrada (RFAI). El rendimiento y los porcentajes de frutos de primera y de segunda calidad comercial fueron mayores bajo las tres cubiertas.

**Palabras clave:** Calidad Comercial, Microclima, Rendimiento.

### **ABSTRACT**

The agronomic behavior of two native "chile de agua" cultivars was evaluated under protected conditions into three macro-tunnels with different covering materials: green polyethylene (PV), transparent polyethylene (PT) and anti-aphid mesh (M), plus an

open field control (CA). Three fruit cuts were made, one every 15 days, to a total of thirty plants per cultivar and treatment, distributed in six experimental units in a completely randomized design. The microclimatic changes inside the macrotunnels and their effect on the yield and quality of the fruits were recorded. The plastic covers did not significantly modify the daytime temperature or relative humidity, did generate thermal inertia at night, increased the vapor pressure deficit and decreased integrated photosynthetically active radiation (RFAI). The yield and the percentages of first and second commercial quality fruits were higher under the three covers.

**Keywords:** Commercial Quality, Microclimate, Yield.

## INTRODUCCIÓN

El chile es una importante hortaliza a nivel nacional, ya que su adaptabilidad a los diversos climas y tipos de suelo contribuye a que sea cultivado en todas las regiones del país (Aguirre y Muñoz, 2015). En 2020, a nivel nacional se cultivaron poco más de 2.8 millones de toneladas, con un valor estimado de 34 mil millones de pesos (SADER, 2021). El chile, además de ser un condimento muy popular es fuente de colorantes naturales y compuestos que se utilizan en la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica a nivel mundial.

El chile de agua (*Capsicum annuum* L.) es una variedad que se cultiva únicamente en la región Valles Centrales de Oaxaca y tiene una amplia demanda durante todo el año por parte de los consumidores de dicha región (Castellón-Martínez et al, 2012). En los principales mercados de la región, dependiendo de su tamaño, coloración y brillo, los frutos del chile de agua se clasifican en tres categorías de calidad para su venta. Primera: frutos con una longitud  $\geq 10$  cm y diámetro  $\geq 5$  cm, sin deformaciones ni daños por insectos, patógenos o alteraciones fisiológicas, con coloración verde uniforme, pericarpio liso y brillante. Segunda: frutos con longitud  $< 10$  cm y diámetro  $< 5$  cm, daños  $\leq 5\%$  de su superficie, con pequeñas coloraciones distintas al verde, lisos y brillantes. Tercera: todos los frutos que no se clasifiquen en alguna de las dos primeras categorías (Virgen, 2006). Para su cultivo, el chile de agua requiere de temperaturas diurnas de 20-28°C y nocturnas de 16-20°C, una humedad relativa de 50-70 % y suelos franco-arenosos bien drenados (Vázquez, 2005).

La mayoría de sus productores lo cultivan igual desde 1970: en monocultivo, en suelo, a cielo abierto y regándolo por gravedad con canales de tierra (Castañeda, 2005). Esto aumenta la incidencia de enfermedades virales, fúngicas y bacterianas (Guichard,

1996; Vásquez et al., 2009), el ataque de insectos fitófagos (Aragón, 2002), el deterioro de los suelos agrícolas por el uso intensivo de fertilizantes inorgánicos y la pérdida de materia orgánica y el incremento en los costos de su producción por el uso indiscriminado de agroquímicos (Bravo y López, 2007). Estos problemas han contribuido a una notable disminución en su cultivo, pues entre 2005 y 2020 la superficie sembrada de esta hortaliza disminuyó en un 48.9 % y su producción en 41.09 % (SADER, 2021). A pesar de dichas limitantes, el cultivo del chile de agua está fuertemente ligado a la calidad de vida de las familias campesinas porque genera un alto número de empleos para las comunidades que aún lo producen (López, 1986), con la consiguiente generación de ingresos económicos para las familias campesinas (Virgen, 2006; Ambrosio, 2007).

Aunque en México existe la tendencia al aumento de la producción agrícola con estructuras de protección, en Oaxaca su uso es muy bajo. En 2020, de las 5,193 hectáreas de la superficie estatal sembrada con hortalizas, solo en el 9.45 % se utilizaron invernaderos y el tomate rojo, *Solanum lycopersicum*, fue la única especie que se cultivó en ellos (SADER, 2021). Los macrotúneles son estructuras de protección, de instalación y manejo relativamente fáciles y con un costo menor que los invernaderos, por lo que bien podrían ser implementados por los agricultores que buscan un aumento en la productividad de los cultivos de chile de agua en la región de Valles Centrales. El objetivo de este trabajo es generar información específica acerca del uso de macrotúneles para el cultivo de esta hortaliza y evaluar cómo influye en el rendimiento y la calidad de sus frutos, comparado con el cultivo tradicional a campo abierto.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó durante el ciclo primavera-verano en una parcela del campo experimental del IPN-CIIDIR, Unidad Oaxaca (17° 01' 30.367" N, 96° 43' 12.269" O), ubicado a 4.2 km al sureste de la ciudad de Oaxaca de Juárez, en el municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, a una altitud de 1,550 m.s.n.m. Su suelo es de textura arenosa, con 91 % de arena, 2.7 de limo y 6.3 % de arcilla.

Posterior al barbecho, rastreo y nivelación se construyeron tres macrotúneles de sección transversal semicircular, de 3.5 m de ancho, 15 m de largo y 1.95 m de alto, orientados Este-Oeste. Cada uno fue cubierto con distintas combinaciones de plásticos para invernaderos Alianza® y se identificaron con las siglas PV, PT y M,

como se detalla en la tabla 1. En el mismo terreno se instaló un cultivo a campo abierto (CA) con una superficie de 3.5 de ancho y 15 m de largo.

Tabla 1. Materiales plásticos utilizados para cubrir las diferentes partes de los macrotúneles y porcentaje de cobertura de su superficie.

Material de cubierta	Toldo	Laterales, puerta y cabeceras	Porcentaje polietileno	Porcentaje malla
Polietileno verde + malla antiáfidos (PV)	Polietileno verde	Malla antiáfidos	64	36
Polietileno transparente + malla antiáfidos (PT)	Polietileno transparente	Malla antiáfidos	64	36
Malla antiáfidos (M)	Malla antiáfidos	Malla antiáfidos	0	100

Espesor de las películas de polietileno: 720 galgas; malla antiáfidos: 50 mesh, color cristal.

Al interior de cada macrotúnel y en campo abierto se instalaron dos camellones paralelos de tierra de 15 m de largo, 20 cm de altura y 80 cm de ancho, dejando un pasillo para transitar entre ellos. Cada camellón fue provisto de dos cintillas de goteo en su lomo, conectadas al sistema de riego presurizado y al tanque con solución nutritiva asignado específicamente para este experimento, los camellones fueron cubiertos con acolchado de plástico negro-plata.

Se utilizaron semillas de dos cultivares nativos de chile de agua, denominados “Abasolo” y “Ejutla”, el primero obtenido del municipio de San Sebastián Abasolo y el segundo del municipio de Ejutla de Crespo, ambos de la región Valles Centrales. Para la siembra se utilizaron charolas de 200 cavidades con sustrato de turba comercial y perlita (3:1). Las semillas se colocaron una profundidad de 0.3 cm, se regaron con agua a saturación y se cubrieron con plástico negro hasta su germinación, entre 8 y 12 días después de la siembra. Al emerger, las plántulas se colocaron dentro de una cama elevada cubierta con malla antiáfidos y se continuaron regando con agua por 15 días, tras lo cual se utilizó solución nutritiva al 50 % para regarlas cada tercer día hasta su trasplante a los camellones de tierra, 35 días después.

Por camellón se sembraron dos hileras de plantas a tresbolillo, la distancia entre hileras fue de 40 cm y entre plantas de 30 cm. Para el fertirriego se empleó la solución desarrollada por Segura y Cadahía (2000) para el cultivo en suelo de pimiento (*Capsicum annuum*), cuya proporción de iones se muestra en la tabla 2. Las plantas se regaron una vez al día, antes de las 9 de la mañana, se alternaron los riegos con solución nutritiva y los riegos con agua.

Tabla 2. Proporción de cationes y aniones de la solución nutritiva empleada para el fertirriego de las plantas de chile de agua.

mmo l <sup>-1</sup>						
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CA <sub>2</sub> <sup>+</sup>	Mg <sub>2</sub> <sup>+</sup>
15	2	3.5	—	9	4.5	1.5

Para evaluar el efecto de los factores material de cubierta (PV, PT, M y CA) y cultivar (Ejutla y Abasolo), se utilizó un diseño con distribución al azar, con cinco plantas por unidad experimental y seis repeticiones. El área que ocupó cada unidad experimental fue de 0.72 m<sup>2</sup>.

Se utilizaron registradores de datos HOBO®, modelo Pro v2 para registrar cada cinco minutos la temperatura y humedad relativa. De los datos obtenidos se separaron los correspondientes a temperatura diurna (TD), temperatura nocturna (TN) y humedad relativa diurna (HRD). Con la TD y HRD se calculó el déficit de presión de vapor (DPV), utilizando la ecuación de Penman-Monteith, conforme al trabajo de Howell y Dusek (1995). La TD y TN se expresan en grados Celsius (°C), la HRD en porcentaje (%) y el DPV en kilopascuales (kPa). La radiación fotosintéticamente activa se registró a la altura de las plantas, una vez por semana, con un sensor lineal cuántico Apogee®, modelo MQ-300, cada hora desde las 07:00 hasta las 19:00 horas, en tres puntos a lo largo de los macrotúneles y en CA, para así obtener una media mensual y finalmente poder calcular la radiación fotosintéticamente activa integrada (RFAI). La RFAI se expresa como micromoles de luz incidente por metro cuadrado al día ( $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ ). Se realizaron tres cortes de frutos en total, con una periodicidad de 14 días entre uno y otro corte. El peso de cada fruto se obtuvo con una báscula Escali®, modelo L125 y se registró en gramos. El rendimiento se expresa como kilogramos de frutos producidos por cada metro cuadrado de superficie cultivada ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ). El diámetro polar y el diámetro de la base del fruto fueron registrados como longitud y diámetro del fruto, respectivamente. Se midieron con un vernier digital Mitutoyo®, modelo 500-193 y se expresan en centímetros (cm). Con base en las características descritas por Virgen (2006) se clasificaron los frutos en primera, segunda y tercera calidad comercial. Los resultados se expresan como porcentaje de frutos perteneciente a cada categoría. Las comparaciones múltiples de medias de los datos obtenidos se realizaron con el programa Minitab® 18.1, utilizando la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 95 % ( $\alpha \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio registrados para las variables microclimáticas bajo las cubiertas y CA se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Valores promedio de TD, TN, HRD, DPV y RFAI, registrados durante el ciclo de cultivo

Cubierta	TD	TN	HRD	DPV	RFAI
CA	22.0 ± 0.3 C*	17.7 ± 0.4 B*	73.8 ± 0.6 A*	0.69 ± 0.02 A*	54.76 ± 1.66 A
M	25.5 ± 0.3 B*	18.3 ± 0.4 B*	62.6 ± 0.3 A*	1.22 ± 0.02 A*	39.25 ± 1.84 B
PT	27.6 ± 0.2A*	20.5 ± 0.4 A*	62.8 ± 2.8 A*	1.37 ± 0.10 A*	39.05 ± 2.16 B
PV	28.3 ± 0.6 A*	19.8 ± 0.5 A*	74.2 ± 4.8 A*	1.00 ± 0.62 A*	39.64 ± 2.86 B

\* Valores óptimos, - valores inferiores al valor óptimo, +valores superiores al valor óptimo. Valores en la misma columna con distinta literal, presentan diferencia estadísticamente significativa (Tukey, 0.05).

Se encontraron diferencias significativas entre las temperaturas nocturnas de las cubiertas PV y PT en comparación con M y CA, lo que nos indica que los macrotúneles cubiertos con películas plásticas, pueden generar una inercia térmica para el cultivo albergado en su interior, esto a pesar de que la relación de volumen de aire que encierran por unidad de superficie cubierta (2.75:1), es menor a la de un invernadero (>3:1), como lo señalan Juárez y colaboradores (2011). Bajo las cubiertas y CA se conjugaron los valores óptimos tanto de TD, TN y HRD (Tabla 3) para el desarrollo del cultivo del chile de agua, reportados por Vázquez (2005). No se encontraron diferencias en los valores de DPV entre las cubiertas y CA. Los valores de DPV se encontraron en los rangos óptimos para el cultivo, ya que como señalan Assman y Grantz (1990) y Castilla (2004) el DPV no debe rebasar los 2.7 kPa, ya que al sobrepasar este umbral la planta cierra sus estomas para no sufrir plasmólisis de sus células, disminuyendo con ello su tasa fotosintética y su rendimiento. Grange y Hand (1987) mencionan que un valor igual o menor a 0.3 kPa disminuye significativamente el desarrollo de las hortalizas. La RFAI fue mayor en CA que dentro de los macrotúneles, esto, como lo señala Espí (2012) se debe a la absorción y reflexión de los distintos materiales utilizados para cubrirlos. No se encontraron diferencias significativas en la RFAI registrada dentro de los distintos macrotúneles.

Distintos autores (Casilimas et al., 2012; Hatutale, 2013; Colín, 2018; Pino, 2018), mencionan que no son los factores ambientales por separado, sino que es la conjunción de dichos parámetros dentro de los valores óptimos y durante las etapas críticas de crecimiento, floración y fructificación, los que influyen en el rendimiento y la calidad del cultivo de *Capsicum annuum*.



Tabla 4. Valores promedio de peso del fruto y rendimiento de cada genotipo, en cada uno de los experimentos.

Cubierta	Peso promedio del fruto (gr)		Rendimiento (kg·m <sup>-2</sup> )	
	Ejutla	Abasolo	Ejutla	Abasolo
CA	27.40 ± 3.52a A	26.06 ± 3.36a A	1.60 ± 0.49a B	1.58 ± 0.57a A
M	30.62 ± 1.76a A	26.01 ± 1.61b A	2.09 ± 0.18a AB	2.98 ± 1.76a A
PT	29.80 ± 3.18a A	25.87 ± 1.89b A	2.51 ± 0.70a A	2.78 ± 0.86a A
PV	31.65 ± 2.24a A	28.41 ± 7.19a A	2.64 ± 0.53a A	2.71 ± 0.59a A

Valores en la misma fila, con distinta literal minúscula, son estadísticamente diferentes. Valores en la misma columna y con distinta literal mayúscula, son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

Entre cubiertas y CA no se encontraron diferencias en peso de los frutos de cada cultivar. Entre cultivares, Ejutla produjo frutos de mayor peso en las cubiertas M y PT, 17.72 y 15.19 %, respectivamente, con relación a Abasolo y no hubo diferencias entre los cultivados en CA y PV (Tabla 4).

López (2013), obtuvo frutos con un peso promedio de 26.19 g, cultivándolos en invernaderos con polietileno transparente, en este trabajo se obtuvieron frutos con un peso hasta 13.78 % mayor (Ejutla-PT). Valentín (2011), en invernaderos con plástico blanco, cosechó frutos con un peso promedio de 27.96. En este trabajo, no se utilizó esa película plástica, pero los frutos del cultivar Ejutla en los macrotúneles de PT y PV, y Abasolo en PV tuvieron un peso 6.58, 11.40 y 1.60 % mayor, respectivamente. Por otra parte, Domínguez (2012) obtuvo frutos con un peso promedio de 34.56 g en invernaderos con plástico blanco, es decir, con un peso entre 9.19 y 33.59 % mayor que los que obtuvimos en cualquiera de las dos películas plásticas.

SADER (2021), reporta que el rendimiento promedio anual del cultivo de chile de agua a campo abierto fue de 0.78 kg·m<sup>-2</sup>. El rendimiento obtenido en el presente trabajo fue de 102.56 % mayor (Abasolo). Aparicio (2013), reporta un rendimiento de chile de agua de 1.02 kg·m<sup>-2</sup> y López (2013) de 1.34 kg·m<sup>-2</sup>, ambos al interior de invernaderos con cubierta de plástico transparente. En este trabajo, bajo la misma cubierta, se obtuvo un rendimiento de 2.64 kg·m<sup>-2</sup>, es decir, 158.8 y 97 % más.

Los frutos del cultivar Ejutla presentaron un diámetro mayor que Abasolo y entre cultivares no se encontraron diferencias significativas entre CA y las tres cubiertas. En CA, ambos cultivares presentaron la misma longitud promedio, pero en las cubiertas el cultivar Ejutla produjo frutos más largos. Abasolo presentó uniformidad de longitud entre CA y cubiertas, pero con Ejutla los frutos bajo las cubiertas fueron más grandes que en CA (Tabla 5).

Tabla 5. Valores promedio de diámetro y longitud del fruto de cada genotipo, en cada uno de los experimentos.

Cubierta	Diámetro del fruto (cm)		Longitud del fruto (cm)	
	Ejutla	Abasolo	Ejutla	Abasolo
CA	3.85 ± 0.19a A	3.58 ± 0.16b A	8.14 ± 0.45a B	8.05 ± 0.80a A
M	3.82 ± 0.14a A	3.43 ± 0.16b A	9.43 ± 0.50a A	8.73 ± 0.57b A
PT	3.93 ± 0.15a A	3.41 ± 0.25b A	9.51 ± 0.61a A	8.83 ± 0.44b A
PV	3.97 ± 0.22a A	3.62 ± 0.24b A	10.05 ± 0.22a A	8.66 ± 0.61b A

Valores en la misma fila con distinta literal minúscula son estadísticamente diferentes. Valores en la misma columna distinta literal mayúscula son estadísticamente diferentes. (Tukey, 0.05).

Domínguez (2012), en invernadero con plástico blanco, obtuvo frutos con un diámetro de 3.34 cm y una longitud de 9.77 cm, en promedio. López (2013) en invernadero con plástico transparente obtuvo frutos con un diámetro de 5 cm y una longitud de 15.6 cm, en promedio. En este trabajo los frutos tuvieron un diámetro de 3.69 cm y un largo de 9.20 cm, en promedio, bajo las tres cubiertas.

El cultivar Ejutla produjo un mayor porcentaje de frutos de primera calidad en comparación con Abasolo. Entre los macrotúneles y CA no se encontraron diferencias de porcentaje de frutos de primera calidad para cada cultivar (Figura 1).

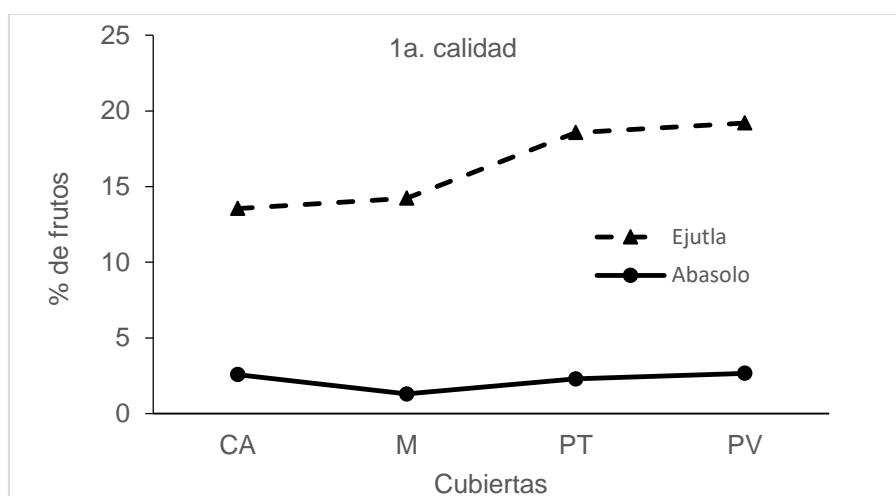


Figura 1. Porcentaje de frutos de primera calidad, obtenidos en campo abierto y los tres macrotúneles. En segunda calidad, entre cultivares, solo se encontró diferencia en la proporción de frutos cultivados dentro del macrotúnel PV, donde Ejutla tuvo un mayor porcentaje de frutos comparado con Abasolo. En el cultivar Ejutla, en CA se obtuvo el menor porcentaje de frutos, comparado con las tres cubiertas, entre las cuales no hubo diferencias. El cultivar Abasolo no presentó diferencias en el porcentaje de frutos de esta categoría cultivados en CA y las cubiertas (Figura 2).



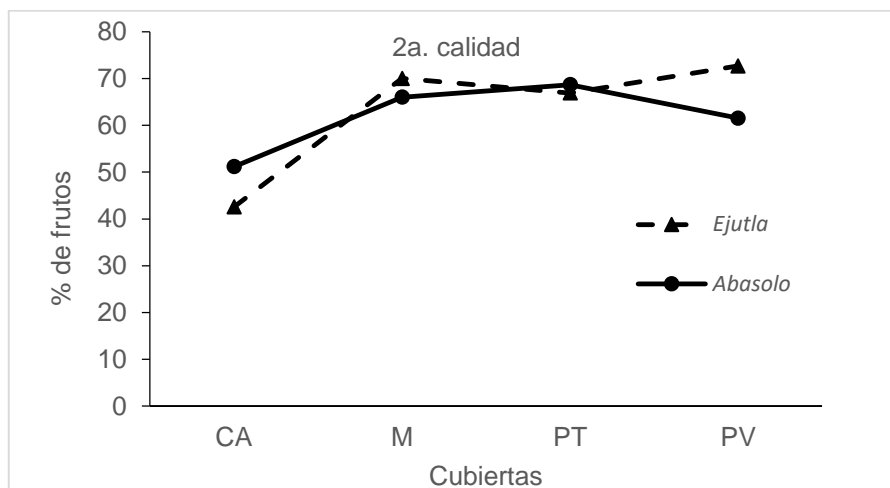


Figura 2. Porcentaje de frutos de segunda calidad, obtenidos en campo abierto y los tres macrotúneles

No se encontró diferencia en el porcentaje de frutos de tercera calidad cultivados en CA para ambos cultivares. Dentro de los macrotúneles, Abasolo tuvo un mayor porcentaje de frutos en esta categoría de calidad. Ejutla tuvo un mayor porcentaje de frutos de tercera calidad en CA, comparado con las cubiertas y entre las cubiertas no hubo diferencias significativas. El cultivar Abasolo no presentó diferencias entre CA los tres macrotúneles (Figura 3).

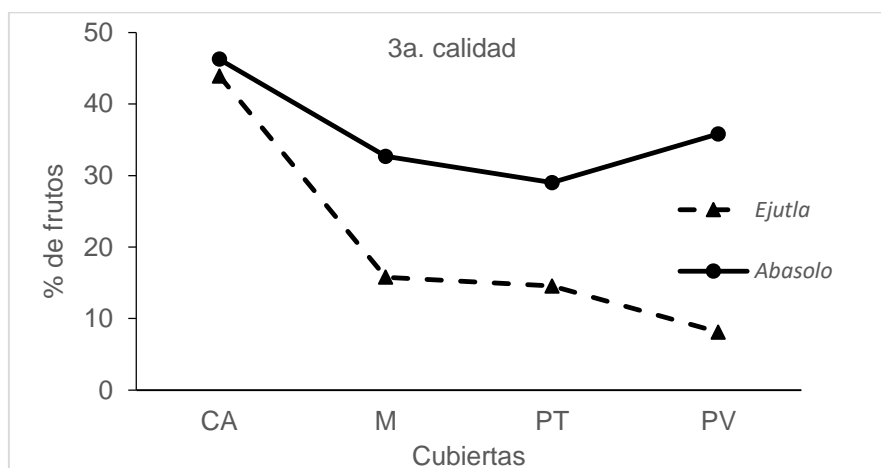


Figura 3. Porcentaje de frutos de tercera calidad, obtenidos en campo abierto y los tres macrotúneles

No hay trabajos previos que consideren la proporción de frutos obtenidos en las diferentes categorías de calidad, cultivados en campo abierto o en ambientes protegidos.

## CONCLUSIONES

El cultivar Ejutla sobresalió estadísticamente en peso, diámetro y longitud promedio del fruto, así como en el porcentaje de frutos de primera calidad. Entre ambos

cultivares, no hubo diferencias significativas en el rendimiento. En CA y las tres cubiertas, se registraron las condiciones óptimas para el desarrollo y fructificación del chile de agua, pero a diferencia de CA y M, las cubiertas de película plástica generaron inercia térmica, benéfica para el rendimiento de los cultivos albergados en su interior y probablemente por ello, los macrotúneles mostraron un mayor rendimiento que el cultivo en CA. En cuanto a las calidades, entre CA y las cubiertas no hubo diferencias de los porcentajes de frutos de primera y segunda calidad, pero las cubiertas produjeron un menor porcentaje de frutos de tercera calidad que las cubiertas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, H. E. y MUÑOZ, O. (2015). El chile como alimento. *Ciencia*. No. 3, pp. 16-23.
- AMBROSIO, S. F. (2007). Análisis de los aspectos socio-culturales y económicos del agroecosistema chile de agua (*Capsicum annuum* L.) en Cuilapam de Guerrero, Oaxaca. Tesis Maestría. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, 103 p.
- APARICIO del M., J. O. (2013). Producción del chile de agua (*Capsicum annuum* L.) en hidroponía bajo invernadero: Una opción productiva para los espacios periurbanos. Tesis Maestro en Ciencias, Colegio de Posgraduados, Campus Puebla, Puebla, 116 p.
- ARAGÓN, R.E. (2002). Determinación del nivel de daño económico y zonas de decisión para picudo del chile de agua *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae). Tesis Maestro en Ciencias en Productividad Agrícola. ITAO No. 23, Ex-Hacienda de Nazareno, Xoxocotlan, Oaxaca, 105 p.
- ASSMANN, S. y GRANTZ, D. (1990). The magnitude of the stomatal response to blue light. *Plant Physiology*, No. 93, pp. 701-709.
- BRAVO M., E. y P. LÓPEZ L. (2007). Principales plagas del Chile de Agua en los Valles Centrales de Oaxaca. *Revista Agroproduce*. No. 16, pp. 12-15.
- CASILIMAS, H. ...[et al.] (2012). Manual de producción de pimentón bajo invernadero. Universidad de Bogotá, Colombia, 200 pp.
- CASTAÑEDA, H. E. (2005). Aspectos socioeconómicos y estructurales de las unidades de producción en Cuilapam de Guerrero, Oaxaca. En: Agricultura, Ganadería, Ambiente y Desarrollo Sustentable. Editores: M. A. Tornero C., S. E. Silva, R. Pérez A. y N. Bonilla F. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. pp. 137-148.

- CASTELLÓN-MARTÍNEZ, E. ...[et al.] (2012). Preferencias de consumo de chiles (*Capsicum annum* L.) nativos en los Valles Centrales de Oaxaca, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 35, No. 5, pp. 27-35.
- CASTILLA, P.N. (2004). Invernaderos de plástico: tecnología y manejo. España: Ediciones Mundi-Prensa, 462 pp.
- COLÍN, S. (2018). Chile Jalapeño: Factores que pueden perjudicar la producción. *De Riego*. Vol. 16, No. 98, pp. 116-119.
- DOMÍNGUEZ, H.M. (2012). Solución nutritiva y calidad del fruto del chile de agua. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, 95 p.
- ESPI, G.E. (2012). Materiales para cubierta de invernaderos. En: López, J. C. y R. García T. (Coords.). Cuadernos de Estudios Agroalimentarios 03. Fundación Cajamar, España, 226 p.
- GRANGE, R. y HAND, D. (1987). A review of the effects of atmospheric humidity on the growth of horticultural crops. *Journal of Horticultural Science*. Vol. 62, No. 2, pp. 125-134.
- GUICHARD, V. (1996). Diagnóstico del agente causal del enchinamiento en el chile de agua (*Capsicum annum* L.). Tesis Licenciatura, Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, ITAO No.23 SEP-DGETA, Oaxaca, Oaxaca, 60 p.
- HATUTALE, G. (2013). Production Guideline of Sweet Pepper (*Capsicum annum*). Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Republic of South Africa, 20 p.
- HOWELL, T. y DUSEK, D. (1995). Comparison of vapor pressure deficit calculation methods in southern high plains. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. Vol. 121, No. 2, pp. 191-198.
- JUÁREZ L. ...[et al.] (2011). Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. *Revista Fuente*. Vol. 3, No. 8, pp. 21-27.
- LÓPEZ, L. (1986). El proceso productivo del chile de agua en la comunidad de San Sebastián Abasolo, Tlacolula, Oaxaca, Tesis Profesional, ITAO No. 23 SEP-DGETA, Oaxaca, Oaxaca, 80 p.
- LÓPEZ, U. (2013). Producción hidropónica de chile de agua (*Capsicum annum* L.) con uso de hongos endomicorízicos. Tesis Maestría en Ciencia en Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, 46 p.

- PINO, M. del (2018). Guía didáctica: Cultivo y manejo del pimiento (*Capsicum annuum* L.). Curso de Horticultura y Floricultura, Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 19 p.
- SADER (2021). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Disponible en <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430> Visitado el 12 de marzo de 2021.
- SEGURA, M. L. y CADAHÍA C. (2000). Fertirrigación de cultivos hortícolas. En: Fertirrigación, Cultivos Hortícolas y Ornamentales. C. Cadahía (ed.). Mundi-Prensa, España, p. 343-415.
- VALENTÍN, M. (2011). Crecimiento y extracción de macronutrientes del chile de agua (*Capsicum annuum* L.). Tesis Maestría en Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo, 92 p.
- VÁSQUEZ, L. ...[et al.] (2009). Etiología de la marchitez del "chile de agua" (*Capsicum annuum* L.) en Oaxaca, México. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 32, No. 2, pp. 127-134.
- VÁZQUEZ, M. (2005). Fisiotécnica, bromatología y contenido de capsicinoides en chile de agua. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, 95 p.
- VIRGEN, J. (2006). Rentabilidad y mercadeo de la producción de chile de agua bajo invernadero en el municipio de Ayoquezco de Aldama, Oaxaca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Chapingo. 109 p.