

## RENDIMIENTO Y USO EFICIENTE DEL AGUA DE DOS HÍBRIDOS DE CHILE ANAHEIM (*Capsicum annuum* L.) CULTIVADOS BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN CONDICIONES DE INVERNADERO

Jiménez León José<sup>1</sup>, López Elías Jesús<sup>1</sup>, Huez López Marco A.<sup>1</sup>, Rueda Puente Edgar<sup>1</sup> García López Alejandro M.<sup>2</sup> y Escoboza García Luis F.<sup>2</sup>

Universidad de Sonora<sup>1</sup>, Departamento de Agricultura y Ganadería, Hermosillo, Sonora, 83000, México. E-mail: [josejim59@guayacan.uson.mx](mailto:josejim59@guayacan.uson.mx) Universidad Autónoma de Baja California<sup>2</sup>, Instituto de Ciencias Agrícolas, Mexicali, B.C., México

### Resumen

La producción de cultivos mediante el uso de invernaderos hace posible obtener mayores rendimientos y mejor calidad de frutos. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar el rendimiento y determinar la eficiencia en el uso de agua en dos híbridos de chile tipo Anaheim (*Capsicum annuum* L.), Cardon y 118 producidos durante el ciclo Verano-Otoño de 2011, en el Campo Experimental de la Universidad de Sonora, México bajo condiciones de invernadero. Se utilizaron dos sistemas de producción, suelo y sustrato. Las variables evaluadas fueron peso de fruto, número de frutos por planta, rendimiento y eficiencia en el uso de agua. En el sistema suelo se obtuvieron los mayores pesos de fruto, con 63.12 y 61.98 g fruto<sup>-1</sup> en Cardón y 118 respectivamente. El número de frutos planta<sup>-1</sup> y el rendimiento en el primer corte resultaron mayores en el sistema sustrato (perlita:peatmoss); sin embargo, los promedios finales no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. La eficiencia en el uso del agua (EUA) fue mayor en el sistema suelo, con una EUA de 36.4 y 31.2 kg m<sup>-3</sup> comparadas a 9.1 y 9.9 kg m<sup>-3</sup> obtenidas en el sistema sustrato para los híbridos 118 y Cardón, respectivamente.

**Palabras clave:** Agricultura protegida, Sustratos, Solanáceas.

### Abstract

Crop production under greenhouse conditions make feasible to get greater yields and better fruit quality. The objectives of this study were to evaluate the yield, and to determine the water use efficiency in two hybrids of chile pepper Anaheim type (*Capsicum annuum* L.) Cardon and 118 produced during the summer-fall season 2011, in the Experimental Field of the University of Sonora, México under greenhouse conditions. Two production systems, soil and substrate, were used. The parameters evaluated were fruit weight, number of fruits per plant, yield and water use efficiency. In the soil system were obtained the greater fruit weight with 63.12 and 61.98 g fruit<sup>-1</sup> in Cardon and 118, respectively. The number of fruit plant<sup>-1</sup> and the yield in the first harvest were greater in the substrate system (perlite:peatmoss); however, the final averages did not present significant differences between treatments. Water use efficiency (WUE) was greater in the soil system with a WUE of 36.4 and 31.2 kg m<sup>-3</sup> compared to 9.1 and 9.9 kg m<sup>-3</sup> produced in the substrate system in the 118 and Cardon hybrids, respectively.

**Key words:** Protected agriculture, Substrates, Solanaceas.

### Introducción

La demanda de alimentos propiciada por el incremento de la población, exige que la agricultura moderna sea capaz de producirlos en forma más eficiente. El cultivo de chile es una hortaliza que ha tenido un considerable aumento en el consumo en los últimos años. México ocupa el segundo lugar en volumen de producción y el tercero en superficie cosechada, con casi 53,000 hectáreas y 2, 130,000 toneladas de producción (SIAP, 2011). En la última década la superficie sembrada con chile registró una tasa de

**Producción y protección de cultivos Bajo un escenario de cambio climático**

crecimiento media anual de 0.6%; el rendimiento aumentó y la producción mantuvo un ritmo de crecimiento de 1.5%. Este comportamiento es el resultado de la incorporación de avanzados sistemas de producción, incluyendo los invernaderos y otras formas de agricultura protegida (INFORURAL, 2012).

El sistema de producción mediante el uso de invernaderos permite obtener mayores rendimientos y mejor calidad de frutos, pudiendo producir cuando no es posible hacerlo a campo abierto, lo que se traduce en mejores precios en el mercado, al igual que lograr un ahorro de agua superior al 30% (Macías *et al.*, 2003).

El cultivo bajo invernadero requiere de ciertas condiciones y medios para llevarse a cabo. Aproximadamente el 80% de la producción hortícola bajo cubiertas plásticas se lleva a cabo en suelo y la restante en algún tipo de sustrato inerte (Castellanos, 2004). Uno de los principales factores que determinan el éxito es el sustrato o medio de crecimiento (Morel *et al.*, 2000). El rendimiento en los cultivos bajo invernadero establecidos directamente en el suelo aumenta de dos a tres veces, comparado con cultivos a campo abierto; mientras que utilizando sustratos los rendimientos pueden ser varias veces superiores a los obtenidos en campo abierto, llegando a ser hasta diez veces superior al obtenido en campo con los sistemas convencionales de mecanización y riego (Pacheco *et al.*, 2010).

En cuanto al riego localizado, este permite aplicar el agua y los fertilizantes con la frecuencia idónea para el tipo de cultivo, naturaleza del suelo o sustrato, calidad del agua de riego disponible, estado fenológico y condiciones ambientales existentes; es decir, se consigue que el cultivo disponga de los nutrientes en el momento y en las cantidades requeridas (Breñas, 2001).

Los objetivos de la presente investigación fueron: a). Evaluar el rendimiento en dos híbridos de chile tipo Anaheim, y b). Determinar la eficiencia en el uso de agua, ambos bajo condiciones de invernadero y en dos sistemas de producción.

**Materiales y Métodos**

El trabajo se llevó a cabo durante el ciclo Verano-Otoño de 2011, en el Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora (29° 00' 51" latitud norte, 111° 07' 59" longitud oeste y una altitud de 149 MSNM), con clima BW(h)hw(e) el cual corresponde a la categoría de muy árido, extremoso y cálido (García, 1988). Se utilizó un invernadero cuya superficie es de 225 m<sup>2</sup>, con cubierta de plástico.

Se evaluaron los híbridos Cardón y 118 de chile tipo Anaheim (*Capsicum annuum* L.). El trasplante se realizó el 24 de Agosto del mismo año. Se evaluaron dos sustratos: en el primero, el trasplante fue directamente en suelo franco arenoso (70.26% de arena, 22.00% de limo y 7.74% de arcilla) y en el segundo, el trasplante se realizó en macetas utilizando como sustrato una mezcla de perlita y peat moss en proporción 1:1. El peso del sustrato fue de 1.3 kg, colocando una planta por maceta. La densidad de plantación fue de 3.3 plantas m<sup>-2</sup>, tanto en suelo como en sustrato. La aplicación del riego en suelo se realizó cuando la tensión de humedad alcanzó valores de -15 a -20 kPa en tensiómetros colocados a 30 cm de profundidad, usando doble cinta colocada superficialmente al lado de la hilera del cultivo, con goteros separados 30 cm y gasto de 1 L h<sup>-1</sup>. La fertilización utilizada en suelo fue 290N-75P-250K-70Ca-45Mg Kg ha<sup>-1</sup>. En el sistema en macetas cada planta contaba con un gotero de 4 L h<sup>-1</sup> de descarga unitaria, estableciendo un calendario de riegos mediante balance diario de suministro y drenaje, con frecuencia de 3 a 5 riegos por día de 7.5 min cada uno, manteniendo un drenaje promedio del 30% mediante un sistema automatizado de fertirriego. Para la fertilización en sustrato se utilizó la solución nutritiva propuesta por Sonneveld y Straver (1994), con una CE de 2.0 dS m<sup>-1</sup> y pH de 6.0.

El experimento se realizó de acuerdo a un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y seis repeticiones. Las variables que se evaluaron fueron: peso del fruto, número de frutos por planta, rendimiento, al igual que la eficiencia en el uso del agua. Los datos de cada variable de estudio fueron procesados mediante análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), usando el programa estadístico SAS Institute Inc. (2006).

## Producción y protección de cultivos Bajo un escenario de cambio climático

## Resultados y Discusión

El periodo de producción de Chile Anaheim fue de 108 días, del 15 de octubre de 2011 al 31 de enero de 2012, realizándose el primer corte a los 72 días después del trasplante y acumulando seis cortes en total. Para el peso del fruto (Cuadro 1) se observaron diferencias significativas entre tratamientos, tanto por corte realizado como para el promedio total. Los tratamientos Cardón y 118 en el sistema suelo obtuvieron el mayor peso de fruto sin diferencias significativas, con un peso promedio de 63.12 y 61.98 g fruto<sup>-1</sup> respectivamente. En el sistema sustrato se obtuvo el menor peso de fruto, presentando este un promedio de 48.62 y 46.16 g fruto<sup>-1</sup> para los híbridos Cardón y 118 respectivamente. Los resultados obtenidos no coinciden con Della Costa y Gianquinto (2002), quienes en estudio realizado en campo abierto observaron que un estrés hídrico continuo es la causa la reducción del peso fresco de Chile.

**Cuadro 1. Peso de fruto (g) de Chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.), híbridos Cardón y 118, producidos bajo dos sistemas de producción en condiciones de invernadero.**

Tratamiento	Corte I	Corte II	Corte III	Corte IV	Corte V	Corte VI	Media
Cardón suelo	69.90ab	62.62a	69.00a	55.87a	58.42a	62.93a	63.12a
118 suelo	78.68a	67.37a	57.57b	51.80ab	53.67a	62.77a	61.98ab
Cardón sustrato	71.03ab	48.97b	41.80c	47.70b	37.47b	44.73b	48.62bc
118 sustrato	57.48b	45.90b	44.97c	44.85b	38.08b	45.68b	46.16c

<sup>†</sup>Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

Los resultados del número de frutos por planta (Cuadro 2) mostraron diferencias significativas en el primero, tercero y sexto corte, aunque no así en el segundo y cuarto corte, al igual que en el total; observándose del primero al tercer corte un mayor número de frutos promedio en el sistema sustrato, siendo este mayor en el híbrido Cardón. Klar y Jadoski (2004), encontraron que la reducción del número de frutos en condiciones de campo puede ser atribuido al estrés hídrico. Esto ocurre también cuando las plantas son sujetas a diferentes calendarios de riego (Hassan *et al.*, 2005).

**Cuadro 2. Número de frutos por planta de Chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.), híbridos Cardón y 118, producidos bajo dos sistemas de producción en condiciones de invernadero.**

Tratamiento	Corte I	Corte II	Corte III	Corte IV	Corte V	Corte VI	Media
Cardón suelo	4.27b <sup>†</sup>	3.67a	5.07c	7.33a	12.20a	14.33a	46.87a
118 suelo	4.75b	5.53a	9.57bc	9.33a	11.30a	16.43a	56.82a
Cardón sustrato	8.57a	4.97a	18.00a	9.00a	10.37a	9.37b	60.30a
118 sustrato	8.07a	4.57a	14.15ab	7.33a	9.17a	8.87b	52.14a

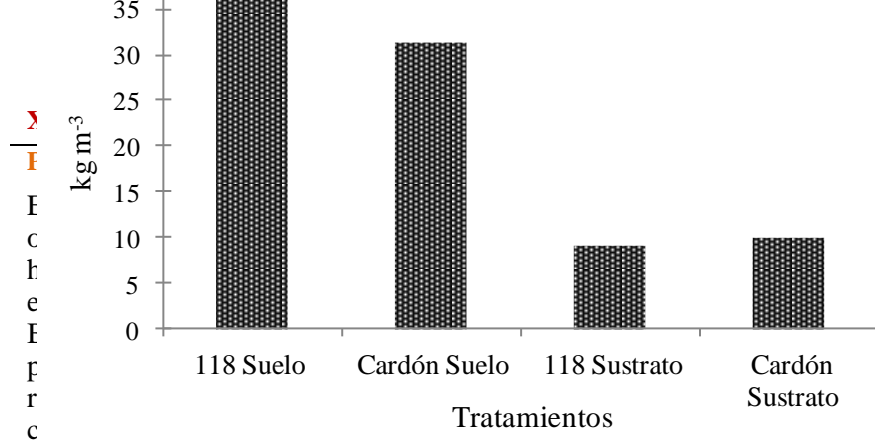
<sup>†</sup>Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

Respecto al rendimiento (Cuadro 3) se puede observar que el sistema sustrato inició con mayor rendimiento, con 20095 y 15369 kg ha<sup>-1</sup> para Cardón y 118 respectivamente; observándose diferencias significativas entre tratamientos, a excepción del cuarto corte. Sin embargo, el rendimiento total acumulado no mostró diferencias significativas. Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por Santoyo *et al.* (2006), quienes evaluando Chile Anaheim obtuvieron un menor rendimiento al obtenido en el presente trabajo.

**Cuadro 3. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) de Chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.), híbridos Cardón y 118, producidos bajo dos sistemas de producción en condiciones de invernadero.**

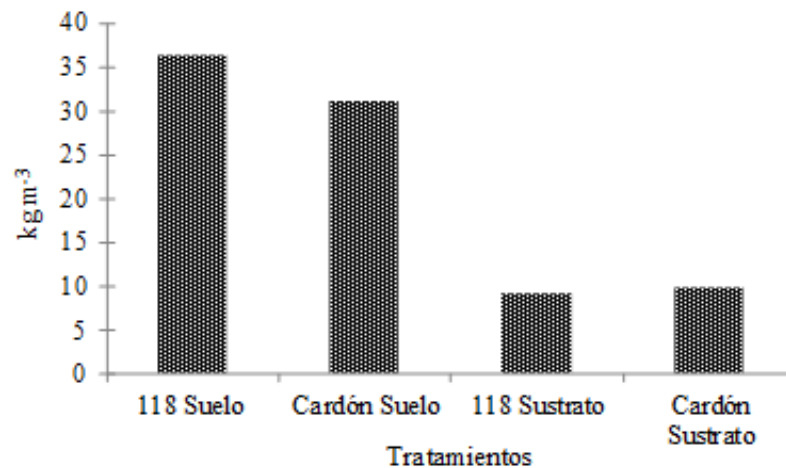
Tratamiento	Corte I	Corte II	Corte III	Corte IV	Corte V	Corte VI	Total
Cardón suelo	10022b <sup>†</sup>	7612b	11384b	13513a	27700a	25338a	95568a
118 suelo	12358b	12238a	18184ab	15867a	29274a	23418a	111342a
Cardón sustrato	20095a	8052b	25384a	13815a	11638b	15434b	94416a
118 sustrato	15369ab	7094b	22833ab	16012a	11274b	13920b	86502a

<sup>†</sup>Medias con la misma letra dentro de columnas no son significativamente diferentes (Tukey  $P \leq 0.05$ ).



24 y 25 de octubre de 2013

na lámina de riego de 30.6 cm, riego 118 y de 31.2 kg m<sup>-3</sup> para el riego de 95.5 cm, con una eficiencia en el uso del agua aplicando 67.3 cm de agua. Estos produjeron chile verde a nivel m<sup>-3</sup>.



**Figura 1. Eficiencia en el uso de agua en chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.), híbridos Cardón y 118, producidos bajo dos sistemas de producción en condiciones de invernadero**

### Conclusiones

Los resultados obtenidos de la presente investigación muestran que en el sistema suelo se obtuvo el mayor peso de frutos con 63.12 para Cardón y 61.98 para 118, sistema el cual también presentó la mayor eficiencia en el uso del agua, con 36.4 y 31.2 kg m<sup>-3</sup> para los híbridos 118 y Cardón respectivamente, obteniéndose en promedio un ahorro de agua del 68.0% comparado con el sistema sustrato

### Literatura Citada

- Breñas, J. 2001. Automatización de la fertirrigación y de la hidroponía en España. Disponible en: <http://www.agroinformación.com/>
- Castellanos, J.Z. 2004. Manejo de la fertirrigación en suelo. En: manual de producción Hortícola en invernadero. JZ Castellanos ed.2ª ed.INTAGRI. México. pp. 103-123.
- Della Costa, L., Gianquinto, G. 2002. Water stress and water table depth influence yield, water use efficiency, and nitrogen recovery in bell pepper: Lysimeter Studies. Aust. J. Agric. Res. 53:201-210.
- Ertek, A., Şensoy, S., Gedik, I., Küçükyumuk, C. 2007. Irrigation scheduling for green pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in field conditions by using Class-A pan evaporation values. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 2:349-358.
- García, E.1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Offset Laros, México, D.F.
- Hassan, K.M., Hussain, T., Saleem, N. 2005. Influence of different irrigation intervals on growth and yield of bell pepper (*Capsicum Annuum* Grossum Group). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 1:125-128.
- Hagin J, M. Sneh y A. Lowengart-Aycicegi 2002. Fertigation: fertilization through irrigation. Bull. Int. Potash Inst., Basel 23.
- INFORURAL. 2012. Chile, producción nacional. Disponible en: <http://www.inforural.com.mx/spip.php?article7381>
- Klar, A.E., Jadoski, S.O. 2004. Irrigation and mulching management for sweet pepper crop in protected environment. Irriga Botucatu 6:217-224.

**Producción y protección de cultivos Bajo un escenario de cambio climático**

- Macías, R.H., Romero, E., Martínez, J. 2003. Invernaderos de Plástico. Cap. 6. En Agricultura Protegida. I. Sánchez Cohen (Ed.), pp. 131-163. INIFAP CENID RASPA. Gómez Palacio, Dgo.
- Möller, M., Assouline, Sh. 2007. Effects of a shading screen on microclimate and crop water requirements. *Irrig. Sci.* 25:171-181.
- Morel, P., Poncet, L., Riviere, L. 2000. Les supports de cultura horticoles. Les Materiaux complémentariesternatifs a la tourbe. INRA. Paris, Francia 87 p.
- Pacheco, A.J., Pineda, J., Bastida, A. 2010. La aplicación del fertirriego. Curso de capacitación en agricultura protegida. Fundación PRODUCE. Mexicali, Baja California.
- Santoyo, J.J.A., Martínez, A.C.O., Garzón, J.A. 2006. Validación del potencial productivo de chiles anchos y picosos en el sur de Sinaloa. Fundación PRODUCE Sinaloa.
- SAS Institute Inc. 2006. The SAS System for Windows release 9.0. (TS MO) AIX., USA.
- SIAP. 2011. Cierre de la producción agrícola por cultivo. Servicio de Información Agroalimentaria y Pecuaria. SAGARPA. México. Disponible en: [http://siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350)
- Sonneveld, C., Straver, N. 1994. Nutrient solution for vegetables and flowers grow in water or substrates. Series: Voedingsoplossingen Glastuinbouw, no. 8. Glasshouse Crops Reseach Station, Naaldwijk, The Netherlands.