

## EVALUACIÓN DE UN POLÍMERO HIDRÓFILO EN CHILE ANAHEIM (*Capsicum annuum* L.) CULTIVADO EN INVERNADERO Evaluation of a Hydrophilic Polymer in Anaheim Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivated in Greenhouse

Jesús López-Eliás<sup>1‡</sup>, Marco Antonio Huez-López<sup>1</sup>, Edgar Omar Rueda-Puente<sup>1</sup>, José Jiménez-León<sup>1</sup>,  
Julio Cesar Rodríguez<sup>1</sup>, Lizbeth Karina Romero-Espinoza<sup>1</sup> y Francisco Xavier Dávila-Carrera<sup>1</sup>

### RESUMEN

Con el propósito de mejorar la eficiencia en el uso de agua en la producción de hortalizas, se evaluó el uso de un polímero hidrófilo a base de poliacrilamida (PAM) en chile Anaheim cv. Cardón, usando riego por goteo en invernadero. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cinco repeticiones. Los parámetros evaluados fueron: frutos por planta, peso, rendimiento, tamaño (longitud y diámetro) del fruto, volumen de agua aplicada, eficiencia en el uso de agua (EUA) y contenido de clorofila. El polímero hidrófilo no presentó efecto positivo en la producción y calidad del fruto, ni en la EUA; sin embargo, hubo efecto en el volumen de agua aplicada y contenido de clorofila. Con el polímero se obtuvo un rendimiento de 1.5 kg m<sup>-2</sup>, 24.9 frutos m<sup>-2</sup>, peso por fruto de 59.2 g, longitud de 16.2 cm, diámetro de 3.9 cm y EUA de 5 kg m<sup>-3</sup>; mientras que el testigo obtuvo un rendimiento de 1.7 kg m<sup>-2</sup>, 26.7 frutos m<sup>-2</sup>, peso por fruto de 62.1 g, longitud de 16.3 cm, diámetro de 4 cm y EUA de 4.9 kg m<sup>-3</sup>. Con el polímero se tuvo un incremento del 1.5% en contenido de humedad en el suelo, que representó una reducción del 12% en el volumen de agua aplicada y una lectura SPAD de 58.4 contra 57.7 del testigo, por lo que el uso del polímero hidrófilo puede ser una práctica importante para productores que deseen aplicar riegos menos frecuentes, además de reducir el tiempo de riego.

**Palabras clave:** hidrogel, retención hídrica.

<sup>1</sup> Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería. Carretera a Bahía de Kino, Km. 21. Hermosillo, Sonora. México.

<sup>‡</sup> Autor responsable (lopez\_eliasj@guayacan.uson.mx)

Recibido: marzo de 2013. Aceptado: junio de 2013.  
Publicado como nota de investigación en  
Terra Latinoamericana 31: 115-118.

### SUMMARY

In order to improve water use efficiency in vegetable production, a hydrophilic polymer based on polyacrylamide (PAM) using drip irrigation in Anaheim pepper cv. Cardon under greenhouse conditions was evaluated. The experimental design was randomized complete block with five replications. The experimental unit was 4 m long, 1.5 m wide (6 m<sup>2</sup>) with 20 total plants and five for measurements. The parameters evaluated were fruits per plant, fruit weight, commercial yield, size (length and diameter), volume of water applied, water use efficiency (WUE) and chlorophyll content. The incorporation of the hydrophilic polymer had no positive effect on production, fruit quality, or WUE; however, there was an effect on the volume of applied water and chlorophyll content. With the polymer a yield of 1.5 kg m<sup>-2</sup> with 24.9 fruits m<sup>-2</sup>, a fruit weight of 59.2 g, 16.2 cm length, 3.9 cm diameter, and WUE of 5 kg m<sup>-3</sup> were obtained, whereas in the control without polymer the yield was 1.7 kg m<sup>-2</sup>, with 26.7 fruits m<sup>-2</sup>, fruit weight of 62.1 g, 16.3 cm length, 4 cm diameter, and WUE of 4.9 kg m<sup>-3</sup>. With the incorporation of the polymer a 1.5% increase in soil moisture content was obtained, which represents a 12% reduction in the volume of water applied and a SPAD reading of 58.4 versus 57.7 of the control. Therefore, the use of hydrophilic polymer may be an important practice for producers who are required to apply less frequent irrigation and to reduce watering time.

**Index words:** hydrogel, water retention.

### INTRODUCCIÓN

El chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.) es una hortaliza de importancia económica en México y

representa una alternativa de producción para la agricultura protegida. El costo de producción de este cultivo es de aproximadamente \$7000 dólares  $\text{ha}^{-1}$  (SNIDRUS, 2012). En el año 2010 se sembraron en el país 148 759 ha, con un rendimiento promedio de 16.2 Mg  $\text{ha}^{-1}$ , siendo considerada la principal hortaliza del país. Ese mismo año, en Sonora se sembraron 2707 ha, con un rendimiento promedio de 29.3 Mg  $\text{ha}^{-1}$ , ubicándose entre las seis principales hortalizas del estado de Sonora; mientras que en la Costa de Hermosillo, ese mismo año se sembraron 478 ha, con rendimiento promedio de 39.9 Mg  $\text{ha}^{-1}$ , ubicándola entre las cinco principales hortalizas de Sonora (SIAP, 2012). La baja disponibilidad de agua en esta región, el incremento en los costos de bombeo, así como en la demanda de agua por diversos sectores de la sociedad, propician la demanda de tecnología para hacer más eficiente el uso del recurso agua y asegurar la rentabilidad de la agricultura, sin perder de vista la sustentabilidad y la preservación del acuífero. Desde hace más de 40 años se han realizando estudios que muestran la viabilidad del uso de hidrogeles para mejorar la capacidad de absorción de agua en el suelo, aprovechar el agua de lluvia o riego al perderse menor cantidad de agua por percolación, disminuir la evaporación de la misma, reducir de la lixiviación de nutrientes y mejorar la aireación y drenaje del suelo; factores que permiten espaciar la frecuencia de los riegos, favorecer el desarrollo del sistema radical, el crecimiento de la planta, mejorar la actividad biológica e incrementar la producción (Bres y Weston, 1993; Ross *et al.*, 2003; Rojas *et al.*, 2004; Rivera *et al.*, 2007). Sus efectos son más evidentes en suelos con drenaje alto (Idrobo *et al.*, 2010) de textura arenosa (Ross *et al.*, 2003), al igual que en climas áridos (Katime, 2003; Rojas *et al.*, 2004; Alburquerque *et al.*, 2009).

Sin embargo, aunque existe evidencia del impacto que tiene el uso de los hidrogeles en la agricultura bajo riego por gravedad, la investigación que se ha desarrollado en riego tecnificado ha sido muy poca. Por ello, el objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la eficiencia del uso de un polímero hidrófilo a base de poliacrilamida, en la producción y calidad del chile Anaheim cultivado en invernadero bajo riego tecnificado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en un invernadero localizado en el Campo Agrícola Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, (29° 00' 48" N, 111° 08' 07" O con una altitud de 151 m), durante el ciclo otoño-invierno 2011-2012. El suelo es de textura franco arenosa y se utilizó agua para riego con conductividad eléctrica de 0.57  $\text{dSm}^{-1}$  y pH de 7.2.

El cultivo evaluado fue chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.) cv. Cardón, en plena producción (140 días después del trasplante), cuyo trasplante se realizó el 24 de agosto de 2011 con una densidad de 3.3 plantas  $\text{m}^{-2}$ , a doble hilera separada 30 cm, con distanciamiento de 40 cm entre plantas y distancia entre hileras de 1.5 m.

Por abajo de la cruz del tallo principal se eliminaron todos los brotes y posteriormente las plantas fueron entrenadas usando tutoreo horizontal con hilo rafia de polipropileno sujeto a estacas de madera colocadas cada 2.5 m en ambos costados de las hileras.

El riego se distribuyó a través de goteros de 2 L  $\text{h}^{-1}$ . La humedad del suelo se midió diariamente por la mañana, durante todo el ciclo del cultivo, usando tensiómetros colocados a 20 cm de profundidad y cuando la lectura alcanzaba el valor de -20 kPa se aplicaba un riego hasta lograr un valor de -10 a -12 kPa.

La fertilización total fue de 290N-155P-380K-110Ca-85Mg  $\text{kg ha}^{-1}$ , distribuida a lo largo del ciclo del cultivo, ajustada de acuerdo al análisis inicial del suelo y a los análisis foliares realizados quincenalmente.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con dos tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: Dosis comercial de un polímero hidrófilo a base de poliacrilamida (PAM), lluvia sólida® (25  $\text{kg ha}^{-1}$ ) y el testigo. El polímero evaluado es un granulado sólido absorbente que ayuda a mejorar la capacidad de retención de agua en la zona radical, cuya composición es: poliacrilamida (94.13%) y humedad (5.87%).

La unidad experimental consistió de 6  $\text{m}^2$  (4 m de largo por 1.5 m de ancho) con 20 plantas totales y cinco útiles para mediciones.

Se evaluó la producción comercial (frutos por planta, peso del fruto y rendimiento), la calidad del fruto (longitud y diámetro), el volumen de agua aplicada, la eficiencia en el uso de agua (EUA) y el contenido de clorofila. Para la medición del contenido de clorofila se usó el SPAD 502 (Minolta®) que mide la absorbancia de la hoja en la región del rojo (600-700 nm) e infrarrojo cercano (>700 nm). Una vez cosechados los frutos se seleccionaron de acuerdo a su tamaño (15 a 25 cm de largo), color verde uniforme y superficie lisa y recta, que son los que demanda el mercado. En total se efectuaron cinco cortes, iniciando la recolección a principios de marzo de 2012 y concluyendo en el mes de mayo.

Se realizó un análisis de varianza de los datos y la prueba de rango múltiple de Duncan con nivel de probabilidad del 5%. Se utilizó el paquete estadístico SAS 6.12 (SAS Institute Inc., 1996).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros de producción representados por el número de frutos por planta, peso del fruto y rendimiento, al igual que los de calidad representados por la longitud y diámetro del fruto, resultaron ligeramente mayores en el tratamiento testigo

(Cuadro 1); sin embargo, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos por lo que dichas variables no se vieron afectadas con la adición del polímero hidrófilo. No obstante que está demostrado que los polímeros hidrófilos son una práctica benéfica para incrementar el rendimiento y la calidad del fruto en diversos cultivos (Nissen y San Martín, 2004; Ezzat *et al.*, 2011), en el presente trabajo no se encontró efecto positivo del polímero sobre el rendimiento y la calidad del fruto de Chile Anaheim cv. Cardón, al igual que con estudios realizados en trigo (Nissen y García, 1997) y en papa (Ezzat *et al.*, 2011), cuyo uso podría resultar útil en condiciones de estrés hídrico de moderado a extremo, en zonas áridas y semi-áridas con precipitación <350 mm por año y distribución errática (Savé *et al.*, 1995).

La eficiencia en el uso de agua, representada por los kilogramos de fruto producidos por metro cúbico de agua aplicada al cultivo ( $\text{kg m}^{-3}$ ), aunque resultó ligeramente mayor con la adición del polímero hidrófilo ( $5.0 \text{ kg m}^{-3}$ ), no mostró diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 2).

El contenido de clorofila fue significativamente diferente entre tratamientos, siendo mayor el contenido al adicionar el polímero hidrófilo con un

**Cuadro 1. Número de frutos por planta, peso del fruto (g) y rendimiento ( $\text{kg m}^{-2}$ ) en Chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.) cv. Cardón, cultivado en invernadero.**

Tratamiento	Frutos planta <sup>-1</sup>	Longitud ----- cm -----	Diámetro	Peso g fruto <sup>-1</sup>	Rendimiento kg m <sup>-2</sup>
Testigo	8.0a <sup>†</sup>	16.3a	4.0a	62.1a	1.7a
Polímero	7.5a	16.2a	3.9a	59.2a	1.5a
Significancia	NS	NS	NS	NS	NS
c.v. (%)	21.2	1.9	1.8	2.8	27.8

<sup>†</sup> Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas (Duncan,  $P \leq 0.05$ ). NS = no significativo; c.v. = coeficiente de variación.

**Cuadro 2. Volumen de agua aplicada ( $\text{m}^3$ ), eficiencia en el uso de agua ( $\text{kg m}^{-3}$ ) y contenido de clorofila en Chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.) cv. Cardón, cultivado en invernadero.**

Tratamiento	Volumen de agua aplicada $\text{m}^3$	Eficiencia en el uso de agua $\text{kg m}^{-3}$	Contenido de clorofila Lectura SPAD
Testigo	3370a <sup>†</sup>	4.9	57.7a
Polímero	2970b	5.0	58.4b
Significancia	**	NS	*
c.v. (%)	1.3	24.2	3.8

<sup>†</sup> Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas (Duncan,  $P \leq 0.05$ ). NS = no significativo; c.v. = coeficiente de variación.  
\* significancia estadística a 5%; \*\* significancia estadística a 1%.

incremento del 1.2% (Cuadro 2); valores que van disminuyendo posterior al riego, observándose mayor decremento en el tiempo al no usar el polímero (datos no presentados), que podría ser propiciado por la retención de fertilizantes por el polímero y su posterior liberación lenta (Bres y Weston, 1993).

### CONCLUSIONES

La adición al suelo del polímero hidrófilo a base de poliacrilamida no presentó efecto sobre la producción, calidad del fruto y eficiencia en el uso del agua en chile Anaheim, cultivado en invernadero bajo riego por goteo. La implementación del polímero incrementó el contenido de agua en el suelo, favoreciendo la reducción del volumen de agua aplicada, al igual que la frecuencia de los riegos, sin afectar al cultivo, así mismo, promovió el incremento en el contenido de clorofila en la planta. En general, el uso del polímero hidrófilo puede ser una práctica importante para los productores que deseen aplicar riegos menos frecuentes, además de reducir el tiempo de riego.

### LITERATURA CITADA

- Albuquerque, J. A. C., V. L. A. de Lima, D. Menezes, C. A. V. Azevedo, J. Dantas Neto e J. G. da Silva Júnior. 2009. Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. *Rev. Brasil. Engen. Agríc. Amb.* 13: 671-679.
- Bres, W. and L. A. Weston. 1993. Influence of gel additives on nitrate, ammonium and water retention and tomato growth in a soilless medium. *HorticultureScience* 28: 1005-1007.
- Campos, A. C., S. R. Lucena e A. A. Schmitz. 2005. Produção de meloeiro utilizando um polímero hidrofílico em diferentes frequências de irrigação em casa-de-vegetação. *Irriga Botucatu* 10: 82-87.
- Ezzat, A. El-B. S., A. A. El-Awady, and H. M. I. Ahmed. 2011. Improving nitrogen utilization efficiency by potato (*Solanum tuberosum* L.). *Nat. Sci.* 9: 34-42.
- Idrobo, H., A. M. Rodríguez y J. E. Díaz O. 2010. Comportamiento del hidrogel en suelos arenosos. *Ing. Rec. Nat. Amb.* 9: 33-37.
- Katime, I. A. 2003. Hidrogeles inteligentes. *Rev. Iberoam. Polímeros* 1: 1-42.
- Nissen, J. y R. García. 1997. Efecto del uso de una poliacrilamida en la lixiviación de nitrógeno y de potasio sobre trigo (*Triticum* sp.), en un suelo volcánico. *Agro sur* 25: 196-202.
- Nissen, J. y K. San Martín. 2004. Uso de poliacrilamidas y el riego en el manejo hídrico de lechugas (*Lactuca sativa* L.). *Agro sur* 32: 1-12.
- Rivera, C. A., C. A. Baeza y W. Chavarriaga. 2007. Efecto de un retenedor de agua y dosis crecientes de fertilizantes foliares sobre la producción de tomate chonto y larga vida bajo cubierta plástica agroclear. *Agronomía* 15: 103-119.
- Rojas, B., R. Aguilera, J. L. Prin, H. Cequea, J. Cumana, E. Rosales y M. Ramírez. 2004. Estudio de la germinación de semillas de tomate en suelos áridos extraídos de la península de Araya (Venezuela) al utilizar polímeros de tipo hidrogeles. *Rev. Iberoam. Polímeros* 5: 17-27.
- Ross, C. W., R. E. Sojka, and J. A. Foerster. 2003. Scanning electron micrographs of polyacrylamide-treated soil in irrigation furrows. *J. Soil Water Conserv.* 58: 327-331.
- Savé, R., M. Pery, O. Marfá, and L. Serrano. 1995. The effect of a hydrophilic polymer on plant water status and survival of transplanted pine seedlings. *HortTechnology* 5: 141-143.
- SAS Institute Inc. 1996. The SAS System for Windows Release 6.12. Cary, NC, USA.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2012. Análisis estadístico de producción agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.gob.mx/> (Consulta: agosto 10, 2012).
- SNIDRUS (Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable). 2012. Costo de producción chile tecnificado ciclo OI 2011-2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. [http://www.oedrus-portal.gob.mx/oedrus\\_son/](http://www.oedrus-portal.gob.mx/oedrus_son/) (Consulta: agosto 10, 2012).