

EVALUACIÓN DE UN POLÍMERO HIDRÓFILO EN CHILE ANAHEIM (*Capsicum annuum* L.) CULTIVADO EN INVERNADERO

López-Elías Jesús, Huez López Marco Antonio, Rueda Puente Edgar Omar, Jiménez León José, Romero Espinoza Lizbeth Karina y Dávila Carrera Francisco Xavier.
Universidad de Sonora, Departamento de Agricultura y Ganadería. Carretera a Bahía de Kino, Km. 21.
Hermosillo, Sonora. México. E-Mail: lopez_eliasj@guayacan.uson.mx

Resumen

Con el propósito de mejorar la eficiencia en el uso de agua en la producción de hortalizas, durante el ciclo otoño-invierno 2011-2012 se evaluó el uso de un polímero hidrófilo a base de poliacrilamida (PAM) en chile Anaheim cv. Cardón en plena producción usando riego por goteo bajo condiciones de invernadero. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cinco repeticiones. Los parámetros evaluados fueron: frutos por planta, peso del fruto, rendimiento, tamaño (longitud y diámetro), 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 de fruto, al igual que 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^{-2} , $24.9 \text{ frutos m}^{-2}$, peso por fruto de 59.2 g, longitud de 16.2 cm, diámetro de 3.9 cm y EUA de 5.0 kg m^{-3} ; mientras que el testigo obtuvo un rendimiento de 1.7 kg m^{-2} , $26.7 \text{ frutos m}^{-2}$, peso por fruto de 62.1 g, longitud de 16.3 cm, diámetro de 4.0 cm y EUA de 4.9 kg m^{-3} . 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: *chile verde, hidrogel, retención hídrica.*

Abstract

In order to improve efficiency in water use in vegetable production, the present study was carried out during autumn-winter 2011-2012 using a hydrophilic polymer based on polyacrylamide (PAM) in Anaheim pepper cv. Cardon in full production using drip irrigation under greenhouse conditions. The experimental design was a randomized complete block with five replications. The experimental unit was 4 m long, 1.5 m wide (6 m^2) 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 the production, fruit quality, as in WUE; however, there was effect on the volume of applied water and chlorophyll content. With the polymer a yield of 1.5 kg m^{-2} with $24.9 \text{ fruits m}^{-2}$, a fruit weight of 59.2 g, 16.2 cm length, 3.9 cm diameter, and WUE of 5.0 kg m^{-3} were obtained; whereas in the control without polymer the yield was 1.7 kg m^{-2} , with $26.7 \text{ fruits m}^{-2}$, fruit weight of 62.1 g, 16.3 cm length, 4.0 cm diameter, and WUE of 4.9 kg m^{-3} . With the incorporation of the polymer a 1.5% increase in soil moisture content was obtained, which represented a 12% reduction in the volume of water applied and a SPAD reading of 58.4 versus 57.7 of the control, so the use of hydrophilic polymer may be an important practice for producers who require to apply less frequent irrigation and reduce the watering time.

Key words: *green pepper, hydrogel, water retention.*

Introducción

El estado de Sonora es una de las principales zonas productoras de hortalizas de México. Cuenta con una superficie de riego tecnificada de las más importantes en el país; sin embargo, presenta altos costos por concepto de uso de energía en la extracción de agua, así como una limitada dotación de volumen de agua, misma que se ha visto reducida con el paso de los años debido a la escasez de dicho recurso. El sector agrícola ha realizado esfuerzos para mejorar el aprovechamiento del agua; sin embargo, estudios de recarga del acuífero estiman muy por debajo la recarga. En este orden de ideas, diferentes agrupaciones y dependencias de gobierno coinciden que la reconversión de cultivos y la tecnificación del riego son dos aspectos claves para un uso eficiente del agua. En resumen, la baja disponibilidad de agua, 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, sin deterioro del ambiente.

El chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.) es una hortaliza de importancia económica en México y representa una alternativa para la agricultura protegida. El costo de producción de este cultivo es de aproximadamente \$7,000.00 dólares ha⁻¹ (SNIDRUS, 2012). En el año 2010 se sembraron en el país 148,759 ha, con rendimiento promedio de 16.2 t ha⁻¹, siendo considerada la principal hortaliza del país. Ese mismo año, en Sonora se sembraron 2,707 ha, con rendimiento promedio de 29.3 t ha⁻¹, ubicándose entre las seis principales hortalizas; mientras que en la Costa de Hermosillo, ese mismo año se sembraron 478 ha, con rendimiento promedio de 39.9 t ha⁻¹, ubicándola entre las cinco principales hortalizas (SIAP, 2012). A pesar de la importancia del cultivo de chile, su rendimiento es bajo en muchas regiones del país, debido probablemente a un manejo agronómico inadecuado (fertilización, variedades y densidades) o a condiciones ambientales adversas (temperatura, precipitación, suelo no apto para el cultivo) y problemas fitosanitarios, por lo que existe la tendencia hacia la búsqueda de nuevas alternativas de producción.

Un manejo más eficiente del agua es posible con el uso de polímeros hidrófilos (hidrogeles), que constituyen una alternativa limpia y eficiente para la agricultura. El surgimiento de los hidrogeles a base de poliacrilamida se dio en la década de los 50's y con el paso de los años se ha mejorado su capacidad de absorción de agua de 20 a 400 veces su peso (Freitas y col., 2002). En contacto con el agua, esta se desplaza hacia el interior de las partículas del polímero y a medida que el agua se difunde la partícula incrementa su tamaño y las cadenas poliméricas se mueven para acomodar las moléculas de agua; simultáneamente, la presencia de puntos de entrecruzamiento evita que las cadenas en movimiento se separen y por tanto el que se disuelvan en el agua (Barón y col., 2007).

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 (Baasiri y col., 1986; Cotthem y col., 1991; Bres y Weston, 1993; Mikkelsen y col., 1993; Orzolek, 1993; Ross y col., 2003; Rojas y col., 2004; Bernardi y col., 2005; Sojka y col., 2005; Barón y col., 2007; Orts y col., 2007; Rivera y col., 2007; Sojka y col., 2007), cuyo efecto es más evidente en suelos con drenaje alto (Barón y col., 2007; Idrobo y col., 2010), de textura arenosa (Baasiri y col., 1986; Orzolek, 1993; Ross y col., 2003), al igual que en climas áridos (Baasiri y col., 1986; Katime, 2003; Rojas y col., 2004; Barón y col., 2007; Alburquerque y col., 2009).

En estudio realizado por Rojas y col. (2004) se observó que el hidrogel favoreció la germinación en tomate, observándose efecto positivo sobre el crecimiento de la planta. También en tomate, Rivera y col. (2007) observaron el incremento en peso seco de raíz y de frutos, que se vio reflejado en el incremento de la producción. En cilantro, el hidrogel incrementó la eficiencia en el

uso de agua, el rendimiento de materia verde y seca, al igual que el número de plantas, dependiendo de la lámina de riego y la temporada de cultivo (Alburquerque y col., 2009). El hidrogel en la producción de rábano mostró buenos resultados, observándose un incremento en la retención de humedad, así como mejor dosificación de fertilizantes (Idrobo y col., 2010). Estudio en frijol mostró que el hidrogel, bajo condiciones de salinidad en clima árido y semi-árido, tiene gran potencial para reducir el estrés salino (Kant y Turan, 2011). Evaluando la actividad microbiana en el suelo, Sojka y Entry (2000), al igual que Sojka y col. (2006), observaron que con el hidrogel se puede reducir la biomasa activa de bacterias y hongos.

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. Con base en esto, en el presente trabajo se evaluó el uso de un polímero hidrófilo a base de poliacrilamida en chile Anaheim cultivado en invernadero bajo riego tecnificado, a fin de evaluar dicha práctica en el manejo agronómico del cultivo.

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, a los 29°00'48" lat N, 111°08'07" long O y 151 msnm, durante el ciclo otoño-invierno 2011-2012. El invernadero tiene una superficie de 225 m², con cubierta de polietileno de 8 mil de espesor, pared húmeda, dos extractores y sin sistema de calefacción. El suelo es de textura franco arenosa y agua para riego con conductividad eléctrica de 0.57 dSm⁻¹ y pH de 7.2.

El cultivo evaluado fue chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.) cv. Cardón, en plena producción, cuyo trasplante se realizó el 24 de agosto de 2011. La densidad de plantación fue de 3.3 plantas m⁻², a doble hilera separada 30 cm, con distanciamiento de 40 cm entre plantas y distancia entre hileras de 1.5 m. Establecido el cultivo, su manejo fue de acuerdo a las prácticas habituales del productor de la región, llevándose a cabo aplicaciones preventivas y de control químico de insectos y enfermedades.

Por abajo de la cruz del tallo principal se eliminaron todos los brotes y posteriormente las plantas fueron entrenadas usando tutorio 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 2.0 L 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 se aplicaba un riego hasta lograr un valor de 10-12.

La fertilización total fue de 290N-155P-380K-110Ca-85Mg, 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 kg ha⁻¹) y el testigo. El polímero previamente hidratado se colocó lateralmente a 10 cm de la planta, a una profundidad de 15 cm. El área experimental fue de 113 m², dentro de la cual se establecieron 10 unidades experimentales de 6 m² (4.0 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 el peso del fruto en gramos se usó una balanza digital marca Avery Berkel 6405, con precisión de 5 g. La longitud del fruto se determinó usando una cinta metálica, con precisión de 1 mm. Para el diámetro del fruto se usó un vernier digital marca Mitutoyo CD-6" CS, con precisión de 0.01 mm. 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. En total se efectuaron

cinco cortes, iniciando la recolección a principios de marzo de 2012 y concluyendo en el mes de mayo. Para el análisis de los datos obtenidos en el experimento se usó el paquete estadístico SAS 6.12 (SAS Institute Inc., 1996). Se realizó el análisis de varianza de los datos, obteniéndose también la prueba de rango múltiple de Duncan con nivel de probabilidad del 5%.

Resultados y Discusión

Los parámetros de producción (cuadro 1) representados por el número de frutos por planta, peso del fruto y rendimiento, al igual que los de calidad (cuadro 2) representados por la longitud y diámetro del fruto, resultaron ligeramente mayores en el testigo; 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 de fruto en diversos cultivos (Nissen y San Martín, 2004; Ezzat y col., 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, coincidiendo con estudios realizados en trigo (Nissen y García, 1997) y en papa (Ezzat y col., 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 y col., 1995).

Cuadro 1. Número de frutos por planta, peso del fruto (g) y rendimiento (kg m⁻²) en chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.) cv. Cardón, cultivado en invernadero.

Tratamiento	Frutos planta ⁻¹	Peso fruto ⁻¹ (g)	Rendimiento (kg m ⁻²)
Testigo	8.0	62.1	1.7
Polímero	7.5	59.2	1.5
Significancia	NS	NS	NS
c.v. (%)	21.2	2.8	27.8

NS, *, ** No significancia o significancia a $P \leq 0.05$ ó 0.01, respectivamente.

Cuadro 2. Longitud (cm) y diámetro del fruto (cm) en chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.) cv. Cardón, cultivado en invernadero.

Tratamiento	Longitud (cm)	Diámetro (cm)
Testigo	16.3	4.0
Polímero	16.2	3.9
Significancia	NS	NS
c.v. (%)	1.9	1.8

NS, *, ** No significancia o significancia a $P \leq 0.05$ ó 0.01, respectivamente.

Con la adición del polímero, posterior al riego se tuvo un incremento del 1.5% en contenido de humedad en el suelo (datos no presentados), coincidiendo con estudios realizados por Bres y Weston (1993), Akhter y col. (2004), Bhardwaj y col. (2007), Bhat y col. (2009) y Dorraji y col. (2010), favoreciendo la reducción del volumen de agua aplicada en 12% (cuadro 3) y en la frecuencia de los riegos hasta en dos días, sin considerar el ahorro en el consumo de energía eléctrica, resultado similar al de Akhter y col. (2004) quienes evaluaron el efecto del polímero en la capacidad de retención en suelos diferentes, Campos y col. (2005) en melón y Agaba y col. (2011) en pasto; ahorro en agua y energía eléctrica que se verá significativamente incrementado al considerar el ciclo completo del cultivo.

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

Tratamiento	Volumen de agua aplicada (m^{-3})	EUA (kg m^{-3})	Contenido de clorofila (lectura SPAD)
Testigo	3370a	4.9	57.7a
Polímero	2970b	5.0	58.4b
Significancia	**	NS	*
c.v. (%)	1.3	24.2	3.8

NS, *, ** No significancia o significancia a $P \leq 0.05$ ó 0.01, respectivamente.

La eficiencia en el uso de agua (cuadro 3), representada por los kilogramos producidos por metro cúbico de agua aplicada al cultivo (kg m^{-3}), aunque resultó ligeramente mayor con la adición del polímero hidrófilo con un valor de 5.0 kg m^{-3} , no mostró diferencias significativas entre tratamientos. Para la variable contenido de clorofila (cuadro 3) se observaron diferencias significativas entre tratamientos, siendo este mayor al adicionar el polímero hidrófilo con incremento del 1.2% en la lectura SPAD; lecturas 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, favoreciendo también 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

- Agaba, H., J.B.O. Lawrence, J. Obua, J.D. Kabasa and M. Worbes. 2011. Hydrogel amendment to Sandy soil reduces irrigation frequency and improves the biomass of *Agrostis stolonifera*. *Agricultural Sciences* 2(4):54-550.
- Akhter, J., K. Mahmood, K.A. Malik, A. Mardan, M. Ahmad and M.M. Iqbal. 2004. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. *Plant Soil Environ.* 50(10):463-469.
- Albuquerque, J.A.C., V.L.A. De Lima, D. Menezes, C.A.V. Azevedo, J. Dantas e J.G. Da Silva. 2009. Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 13(6):671-679.
- Baasiri, M., J. Ryan, M. Muckeih and S.N. Harih. 1986. Soil application of a hydrophilic conditioner in relation to moisture, irrigation frequency and crop growth. *Soil Science* 17:573-589.
- Barón, A., I.X. Barrera, L.F. Boada y G. Rodríguez. 2007. Evaluación de hidrogeles para aplicaciones agroforestales. *Revista Ingeniería e Investigación* 27(3):35-44.
- Bernardi, A.C., S.R. Tavares e A. Angelune. 2005. Produção de meloeiro utilizando um polímero hidrofílico em diferentes frequências de irrigação em casa-de-vegetação. *Irriga, Botucatu* 10(1):82-87.
- Bhardwaj, A.K., I. Shainberg, D. Goldstein, D.N. Warrington and G.J. Levy. 2007. Water retention and hydraulic conductivity of cross-linked polyacrylamides in sandy soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71(2):406-412.
- Bhat, N.R., M.K. Suleiman, H. Al-Menaie, E.H. Al-Ali, L. Al-Mulla, A. Christopher, V.S. Lekha, S.I. Ali and P. George. 2009. Polyacrylamide polymer and salinity effects on water requirement of *Conocarpus*

- lancifolius* and selected properties of sandy loam soil. *European Journal of Scientific Research* 25(4):549-558
- Bres, W. and L.A. Weston. 1993. Influence of gel additives on nitrate, ammonium and water retention and tomato growth in a soilless medium. *Horticulture Science* 28(10):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(1):82-87.
- Cotthem, V., H.S. Lehtonen, R.P. Rotter and M.H. Kahiluoto. 1991. Hydrogel devices in agriculture. *Soil Technology*. April, 183.
- Dorraji, S.S., A. Golchin and S. Ahmadi. 2010. The effects of hydrophilic polymer and soil salinity on corn growth in Sandy and loamy soils. *Clean – Soil, Air, Water* 38(7):584-591.
- Ezzat, A.E., A.A. El-Awady and H.M. Ahmed. 2011. Improving nitrogen utilization efficiency by potato (*Solanum tuberosum* L.). *Nature and Science* 9(7):34-42.
- Freitas, T.L., A. Bertonha e A.C. Andrade. 2002. Uso de hidrogel na agricultura. *Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta* 1(1):23-31.
- Idrobo, H., A.M. Rodríguez y J.E. Díaz. 2010. Comportamiento del hidrogel en suelos arenosos. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente* 9:33-37.
- Kant, A.C. and M. Turan. 2011. Hydrogel substrate alleviates salt stress with increase antioxidant enzymes activity of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under salinity stress. *African Journal of Agricultural Research* 6(3):715-724.
- Katime, I.A. 2003. Hidrogeles inteligentes. *Revista Iberoamericana de Polímeros*.
- Mikkelsen, R.L., A.D. Behel and H.M. Williams. 1993. Addition of gel-forming hydrophilic polymers to nitrogen fertilizer solutions. *Fertilizer Research* 36:55-61.
- 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(2):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(2):1-12.
- Orts, W.J., A. Roa-Espinosa, R.E. Sojka, G.M. Glenn, S.H. Iman, K. Erlacher and J.S. Pedersen. 2007. Use of synthetic polymers and biopolymers for soil stabilization in agricultural, construction and military applications. *Journal of Materials in Civil Engineering* 19(1):58-66.
- Orzolek, M.D. 1993. Use of hydrophylic polymers in horticulture. *HortTechnology* 3(1):41-44.
- 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. *Agron.* 15(1):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. *Revista Iberoamericana de Polímeros* 5(1):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 Conservation* 58(5):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(2):141-143.
- SAS Institute Inc. 1996. The SAS System for Windows Release 6.12. Cary, N. C. USA.
- SIAP. 2012. Análisis estadístico de producción agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). México. <http://www.siap.gob.mx/>
- SNIDRUS. 2012. Costo de producción chile tecnificado ciclo OI 2011-2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (SNIDRUS). http://www.oedrus-portal.gob.mx/oedrus_son/
- Sojka, R.E., D.L. Bjorneberg, J.A. Entry, R.D. Lentz and W.J. Orts. 2007. Polyacrylamide in agriculture and environmental land management. *Advances in Agronomy* 92:75-162.
- Sojka, R.E. and J.A. Entry. 2000. Influence of polyacrylamide application to soil on movement of microorganisms in runoff water. *Environmental Pollution* 108(3):405-412.
- Sojka, R.E., J.A. Entry and J.J. Fuhrmann. 2006. The influence of high application rates of polyacrylamide on microbial metabolic potential in an agricultural soil. *Applied Soil Ecology* 32(2):243-252.
- Sojka, R.E., J.A. Entry, W.J. Orts, D.W. Morishita, C.W. Ross and D.J. Horne. 2005. Synthetic- and bio-polymer use for runoff water quality management in irrigation agriculture. *Water Science & Technology* 51(3-4):107-115.

EFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO SOBRE EL ESTADO HÍDRICO, CRECIMIENTO Y EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN PLÁNTULAS DE TRES ESPECIES ARBÓREAS CADUCIFOLIAS

Luna-Flores, Wendy¹, Estrada-Medina Héctor², Jiménez-Osornio Juan José.³ y Pinzón-López Leonardo⁴.

Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, E-mail:
wendyluna13@hotmail.com

Resumen

La disponibilidad del agua en el suelo es el principal factor limitante para el desarrollo de las plantas. Cuando la transpiración excede el agua absorbida por las raíces las plantas experimentan estrés hídrico, manifestando cambios morfológicos y fisiológicos. En el presente estudio se evaluó el efecto del estrés hídrico sobre el estado hídrico, crecimiento y eficiencia de uso del agua de la productividad (EUAp) en *Leucaena leucocephala*, *Cordia dodecandra* y *Piscidia piscipula*. Las plántulas fueron asignadas a dos tratamientos: con estrés inducido (CEI) y sin estrés inducido (SEI) teniendo cuatro plántulas por cada tratamiento. El muestreo se realizó cuando las plántulas CEI presentaron el primer síntoma de marchitez. Se midió el estado hídrico (potencial hídrico Ψ -, contenido relativo de agua en el suelo, hojas y tallo y evapotranspiración), crecimiento (área foliar, biomasa de hojas y tallo y biomasa de la raíz) y la eficiencia de uso de agua de la productividad para cada especie. El estrés hídrico solo afectó las variables de estado hídrico y el área foliar de las especies estudiadas. Las plántulas del tratamiento CEI presentaron Ψ 20% más negativos, menor evapotranspiración y contenido relativo de agua que las plántulas SEI. El crecimiento y la eficiencia de uso de agua no presentaron diferencias significativas en los tratamientos de cada especie, excepto el área foliar que fue menor en plántulas CEI de *P. piscipula*.

Palabras clave: punto de marchitez, plántulas caducifolias, potencial hídrico.

Abstract

Soil water availability is the main limiting factor to plant development. When transpiration exceeds water absorption by roots, plants experience water stress manifesting morphological and physiological changes. This study assessed the effect of water stress on the water status, growth, foliar morphology and water use efficiency of productivity (WUEp) of *Leucaena leucocephala*, *Cordia dodecandra* y *Piscidia piscipula*. Four seedlings of each species were assigned to two treatments: induced stress (IS) and non-induced stress (NIS). Sampling was carried out when the first wilting symptom in IS seedlings was observed. We measured the water status (water potential Ψ -, relative soil, leaves and stem water content and evapotranspiration), growth (leaf area, and leaves stem and root biomass) and WUEp for each species. Water stress only affected the water stress and leaf area variables of the studied species. IS seedlings showed 20% more negative Ψ values, lower evapotranspiration and relative water content compared with NIS seedlings. Growth, WUEp and specific leaf weight did not showed significant differences between treatments in each species, except in the leaf area which was lower in *P. piscipula* IS seedlings.

Key Words: wilting point, deciduous seedlings, hydric potential.

Introducción

El agua es indispensable en la vida de las plantas e influye en su crecimiento y productividad; la baja disponibilidad en el suelo puede ocasionar que la transpiración exceda el agua absorbida por las raíces y ocasionar estrés hídrico (Engelbrecht y Kursar, 2003). En las selvas tropicales estacionalmente secas de la Península de Yucatán dominan las especies caducifolias ya que están