

EFFECTO DE DOSIS DE HIDROGEL EN EL RENDIMIENTO DE TOMATE BAJO RIEGO

Effect of hidrogel on tomato production under three
regimes of irrigation

Raúl Rodríguez García¹, Diana Jasso Cantú² y David Martínez³

¹. Departamento de Riego y Drenaje. Div. de Ingeniería.
UAAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 25315

² Departamento de Fitomejoramiento. Div. de Agronomía.
UAAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 25315

³ Tesista MC Depto. de Riego y Drenaje. Div. de Ingeniería.
UAAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 25315

RESUMEN

La investigación evalúa la influencia de mezclas de hidrogel-sustrato en el mejoramiento de retención de humedad y el efecto de esta propiedad en el rendimiento de tomate irrigado a tres intervalos de riego (1, 2 y 3 días). Las dosis de hidrogel estudiadas fueron 0 (testigo) 2, 4, 6 y 8 kg por m^3 de sustrato. En laboratorio se determinó la máxima capacidad de retención de agua y la porosidad.

El experimento se estableció en invernadero bajo un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones, donde el factor A fueron los intervalos de riego y el factor B las dosis de hidrogel. La combinación de ambos factores originó 15 tratamientos dando un total de 45 unidades experimentales, la unidad experimental se formó de tres macetas conteniendo una planta de tomate cada una. Los resultados de la evaluación de las propiedades físicas mostraron que mediante la adición de hidrogel, los mayores incrementos en contenido de humedad a capacidad de recipiente y porosidad, fueron para la mayor dosis de hidrogel (8 kg m^{-3}), alcanzándose incrementos en humedad de 9.89 por ciento base volumen. La porosidad se mejoró con una relación de 0.94 por ciento por kg m^{-3} de hidrogel incorporado. Respecto al rendimiento total de tomate se encontró diferencia altamente significativa entre intervalos de riego, no así entre las dosis de hidrogel ni para la interacción intervalo-dosis. Los rendimientos promedio de tomate en kg por planta para los tres tratamientos de riego fueron: 4.43 para riego diario, 3.03 para riego cada dos días y 2.51 para riego cada tres días.
Palabras clave: Sustrato, hidrogel, retención de humedad, porosidad, tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill.

ABSTRACT

The research was made with the purpose of evaluating the influence of the hidrogel-substrate mixtures, in the improving of the humidity retention and the effect of its properties on the tomato yield in three intervals of irrigation (1, 2 and 3 days). The hidrogel doses were: 0 (control), 2, 4, 6, and 8 kg per m³ of substrate. In the laboratory humidity retention of the mixture and analysis of porosity were carried out.

The experiment was performed under a complete randomized factorial desing and three replications, factor "A" was the irrigation intervals and factor "B" was the hidrogel doses, the combination of both done fifteen treatments, with 45 experimental units; results of evaluation of the physical propierties showed that the major doses of hidrogel, causes the higher increasings in the humidity contents in the pot capacity, reaching an increasing's humidity of 9.89 percentage in volume bases. Concerning the porosity this characteristic was improved in 0.94 percentage per kg of hidrogel incorporated. Regarding the total fruit yield, a significant difference was observed between irrigation intervals, however, no significant difference was observed for the amount of hidrogel applied and for interaction between irrigation intervals and amount of hidrogel applied. Average tomato yield (kg per plant) results in the irrigation treatments were: 4.43 for daily; 3.03 every second day and 2.51 every three days.

Key words: Sustrate, hidrogel, humidity retention, porosity, tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill.

INTRODUCCIÓN

Los hidrogeles son polímeros sintéticos, de alto peso molecular que absorben el agua, los cuales difieren entre sí por: el monómero específico que constituye el bloque o molécula; la capacidad de retener agua por gramo de material (20 a 400 veces su peso); el tamaño de la partícula; su durabilidad y costo (Johnson y Veltkamp, 1985). La composición química de estos polímeros hidrofílicos incluye: acrilamida vía entrecruzada, poliacrilatos de sodio, almidones y copolímeros de acrilato (Tess and Poehlein, 1985).

Al comienzo de la utilización de los polímeros, las recomendaciones fueron desarrolladas para cultivos en invernadero, para incrementar la capacidad de retención del agua en las mezclas de sustratos usados en la producción de cultivos florales y en los semilleros o almácigos (Bearce y McCollum, 1977; Foster y Keever, 1990). Además del incremento de la retención de humedad otros beneficios se han logrado detectar con la incorporación de estos productos: incremento en la porosidad; incremento en la reserva de nutrientes y reducción en la compactación del suelo; el mejoramiento de las propiedades del suelo favorece el desarrollo de los cultivos (Gras, 1985; Bugbee y Frink, 1986; Cook and Nelson, 1986). El campo de aplicación de estos productos es amplio ya que pueden utilizarse en cultivos que se desarrollan en recipientes en invernaderos o en cultivos a campo abierto ya sean hortalizas, frutales u ornamentales.

Cook y Nelson (1986) aplicaron a la superficie del suelo en campo y en invernadero un polímero en forma granular y en solución, con la finalidad de

evitar la formación de costra y promover la emergencia de plántulas de maíz y alfalfa. La emergencia de plántulas de alfalfa se incrementó en un 100% y en maíz en un 75% con respecto al testigo, al aportar la mayor dosis de hidrogel (90 kg ha^{-1}) en solución. Con el hidrogel suministrado en forma granular no hubo diferencias con respecto al testigo:

En otras experiencias, la aplicación de dosis excesivas de hidrogel provocó una disminución significativa en la emergencia de plántulas de maíz dulce y cupea (Baxter y Waters, 1986) e indujo disminución significativa en el desarrollo de plantas de crisantemo (Wang, 1989), atribuyéndose estos comportamientos a la disminución del espacio de aire por el incremento de la retención de agua por el hidrogel.

El Sayed *et al.* (1991) comprobaron que los hidrogeles pueden ser utilizados como acondicionador del suelo para mejorar la tolerancia de cultivos hortícolas que se desarrollaron en sustratos en condición salina.

Wallace y Colette (1984) reportan que incorporando hidrogel en la proporción de 8 kg m^{-3} de suelo, incrementó el crecimiento de los tallos de tomate a un tamaño mayor con irrigación alterna que con subirrigación.

Pryor (1988) reporta que el aumento en la capacidad de retención del agua en el suelo con adición de polímeros, es dependiente del tipo de suelo así como del nivel de materia orgánica encontrada en el mismo. Estudios en campo, en California, indican que el uso de hidrogel en una dosis de 7 kg m^{-3} redujo el

tiempo a madurez del cultivo, incrementó la producción en 30 por ciento y aumentó la concentración de sólidos solubles en la fruta.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la incorporación de dosis de hidrogel en un sustrato sobre el rendimiento de tomate regado en tres intervalos, bajo la premisa de que al aumentar la dosis de hidrogel se incrementa la disponibilidad de agua para el cultivo y el intervalo de riego puede aumentarse sin afectar el rendimiento de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Unidad Saltillo de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en laboratorio e invernadero. Los tratamientos evaluados fueron dosis de: 0 (testigo), 2, 4, 6 y 8 kg de hidrogel por m^3 de sustrato, el cual fue compuesto de tierra vegetal, Horti-Perl (perlita) y Peat Moss al 33 por ciento en volumen de cada uno. El hidrogel utilizado es conocido con el nombre comercial de Agrosoke, el cual es un polímero aniónico que presenta, según el fabricante, las siguientes características: forma granular, absorbe agua hasta 40 veces su peso, no es degradable física o químicamente, no es tóxico, tiene pH neutro y es compatible con todo tipo de agroquímicos.

Análisis de los parámetros físicos

En el laboratorio se determinó la capacidad de recipiente y porosidad, por el método de Wallace y Colette (1984) y se describe a continuación.

Se colocaron 500 gramos de cada mezcla de hidrogel-sustrato en recipientes de lámina sellados en la parte inferior para evitar el drenaje, el sustrato estaba completamente seco. Primero se colocaron las 2/3 partes del sustrato, después se incorporó el hidrogel en forma granular y posteriormente se cubrió con el resto del sustrato. La mezcla ocupó un volumen de 850 cm³, que representó el volumen total de sustrato (VTS), cada dosis se repitió por triplicado. Posteriormente, cada muestra se humedeció lentamente hasta alcanzar la saturación, después se dejó reposar durante 48 horas. El volumen de agua requerido para saturar fue equivalente al volumen total de poros (VTP).

Después del período se drenó y midió el exceso de agua, que representó el volumen de aire a la máxima retención de agua (VA). El máximo contenido de humedad después del drenaje se define capacidad de recipiente (CR), que es equivalente a capacidad de campo.

La capacidad de recipiente (CR) y porosidad (P); se calcularon mediante la siguiente formula:

$$CR = (VTP - VA) / VTS * 100$$

$$P = (VTP / VTS) * 100$$

Experimento en invernadero

Para evaluar el efecto del hidrogel en la producción de tomate (var. Hayslip), la investigación se llevó a cabo en invernadero del 20 de mayo al 20 de octubre de 1995. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. El factor A o parcela grande consistió en los intervalos de riego (diario, cada dos y tres días). El factor B o parcela chica fueron las mezclas de hidrogel-sustrato (0, 2, 4, 6 y 8 kg m⁻³). La combinación de ambos factores originó 15 tratamientos estableciéndose en tres repeticiones dando un total de 45 unidades experimentales. La unidad experimental se formó de tres macetas de 10 litros conteniendo una planta de tomate cada una de ellas.

Los riegos fueron en forma manual, la cantidad de agua aplicada se midió con una probeta, provocando drenaje para asegurar la máxima retención de humedad. El consumo de agua durante el intervalo de riego se obtuvo por diferencia entre el agua aplicada y drenada. Se evaluó el efecto de las dosis de hidrogel e intervalos de riego en el rendimiento de tomate realizándose 14 cortes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de los parámetros físicos

En el Cuadro 1 se presentan los valores de humedad a capacidad de recipiente (% vol) y el incremento en el agua retenida debido al aumento de

hidrogel (% vol cm³). La mayor retención fue de 76.89 porciento volumen para la dosis de 8 kg m⁻³, existiendo una diferencia de 9.89 unidades porcentuales con respecto al testigo, siendo equivalente a 84.06 cm³ de agua.

Cuadro 1. Contenido de humedad a capacidad de recipiente (CR) e incremento en la retención de humedad debido al hidrogel o retención real.

Dosis de hidrogel en kg m ⁻³	0	2	4	6	8
C.R. (% vol)	67.00	69.48	71.95	74.42	76.89
Incremento (% vol)	0	2.48	4.95	7.42	9.89
Incremento (cm ³)	0	21.08	42.07	63.07	84.06

Los beneficios del hidrogel son incrementar la retención de humedad como se citó anteriormente (Gras, 1985; Bugbee y Frink, 1986; Cook y Nelson, 1986) en el caso del producto utilizado en esta investigación tuvo una menor capacidad de retener agua que lo especificado por el fabricante. En la Figura 1 se presenta la relación entre la retención teórica y real (cm³) debido al hidrogel para las cuatro dosis, considerando un volumen de 850 cm³ de mezcla hidrogel-sustrato. Si la retención real hubiera sido igual a la teórica, los valores estarían ubicados junto a la bisectriz (1:1), pero en este caso los valores están colocados a un nivel inferior que indica que el hidrogel retuvo un tercio del valor teórico.

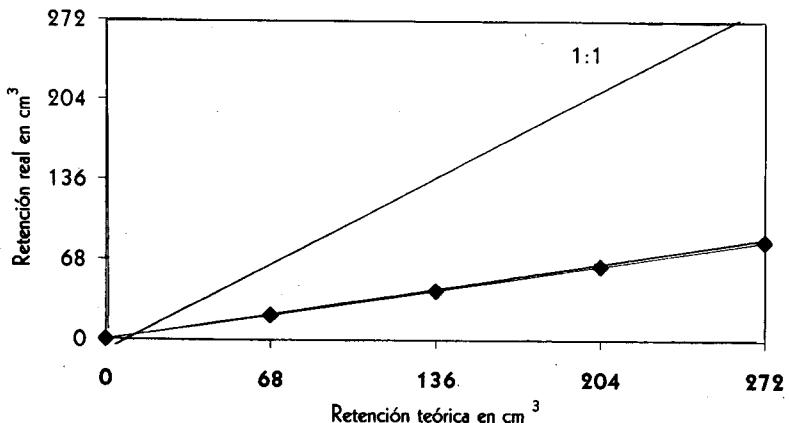


Fig. 1. Relación entre la retención de agua teórica y real por el uso de hidrogel

La Figura 2 muestra que el hidrogel provoca aumento en la porosidad de 0.94 unidad porcentual por cada unidad de dosis. También, que entre el testigo y la mayor dosis hubo un incremento de 7.53 unidades porcentuales.

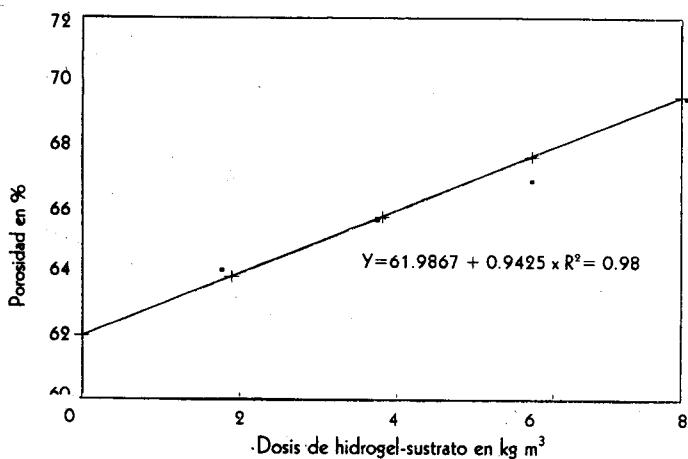


Figura 2. Comportamiento de la porosidad en las dosis hidrogel-sustrato evaluadas a capacidad de recipiente

Al incorporar hidrogel a un suelo debe de provocar no solamente el incremento en el volumen de humedad, sino también aumento en el volumen de poros que sea en magnitud igual o cercano al incremento en humedad, para que no disminuya el volumen de aire manteniendo en el sustrato una condición favorable para el cultivo (Cook y Nelson, 1986, Henderson y Hensley, 1986). En caso de que el incremento de porosidad sea muy inferior al de humedad, pueden presentarse condiciones desfavorables para las plantas como lo citan Baxter and Waters (1986) y Wang (1989); en esta investigación, el incremento en porosidad fue cercano al de retención de agua, aunque la magnitud fue menor debido a la baja capacidad de retención del hidrogel.

Experimento en invernadero

Consumo de agua Pryor (1988) encontró que la utilización de hidrogel reduce el consumo de agua; en esta investigación no se encontró diferencia significativa entre las dosis (Figura 3), debido a que la retención real del hidrogel fue menor que la teórica. El consumo de agua estuvo determinada por la periodicidad del riego, el riego diario fue estadísticamente superior que el riego cada dos días, el que a la vez fue mayor significativamente que el riego cada tercer día. Este resultado indica que el estrés hídrico se incrementó a medida que aumentó el intervalo de riego.

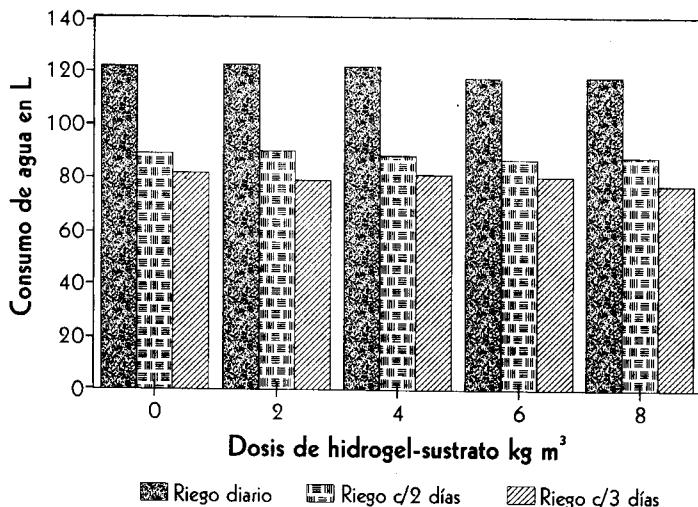


Figura 3. Consumo total de agua en la evaluación de tres intervalos de riego y cinco dosis de hidrogel-sustrato

Rendimiento total de tomate

En el rendimiento de tomate se encontró diferencia altamente significativa entre intervalos de riego, no así entre las dosis de hidrogel ni para la interacción intervalo-dosis. En la Figura 4 se presenta el rendimiento en kg por planta en los diferentes tratamientos. En el tratamiento de riego diario, el rendimiento medio fue de 4.43, para el riego cada dos días fue de 3.03 y para el riego aplicado cada tres días el rendimiento medio fue de 2.51.

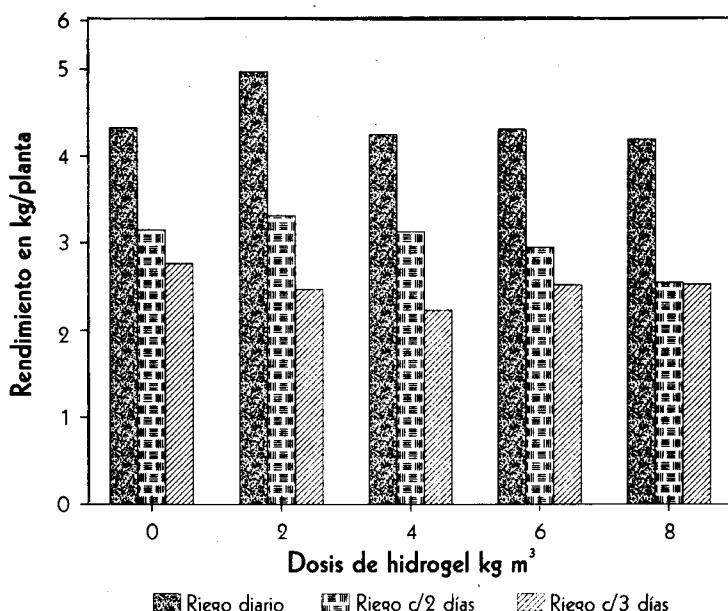


Figura 4. Rendimiento total de tomate en cinco dosis de hidrogel-sustrato y tres intervalos de riego

CONCLUSIONES

1. Incorporando Agrosoke al sustrato, aumenta la máxima capacidad de retener agua o capacidad de recipiente, aunque la retención de agua fue un tercio de la especificada por el fabricante.
2. La incorporación de hidrogel ocasiona que aumente el volumen de poros o porosidad del sustrato pero en una magnitud menor que la retención de agua.
3. La menor capacidad de retener agua por el hidrogel influyó en que no se encontraran diferencias significativas entre dosis en el consumo de agua y rendimiento de tomate.

4. El consumo de agua y rendimiento de tomate fueron influidos por la periodicidad del riego. Al aumentar el intervalo de riego las plantas estuvieron sometidas a mayor nivel de estrés hídrico. El mayor consumo de agua y rendimiento se obtuvo con el tratamiento de riego diario.

LITERATURA CITADA

- Baxter, L. y L. Waters, Jr. 1986. Effect of a hydrophilic polymer seed coating on the field performance of sweet corn and cowpea. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:31-34.
- Bearce, B. C. y R. W. McCollum. 1977. A comparison of peat lite and non-composted hardwood bark mixes for use in pot and bedding plant production and the effects of a new hydrogel soil amendment on their performance. *Flor. Rew.* 10:21-24.
- Bugbee, G. J. y C. R. Frink. 1986. Aeration of potting media and plant growth. *Soil Science.* 141(6):438-441.
- Cook, F. C. y S. D. Nelson. 1986. Effect of polyacrylamide on seeding emergence in crust-forming soils. *Soil Science.* 141(5):328-333.
- El Sayed, H; R.C. Kirkwood, y N.B. Graham. 1991. The effect of a hydrogel polymer on the growth of the certain horticultural crops under saline conditions. *Journal of Experimental Botany.* 42 (240):891-899.

- Foster, W. J. y G. J. Keever. 1990. Effects of hydrogel on wilting an moisture stress of bedding plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105(4):511-513.
- Gras, R. 1985. Propieries physiques des substrats. *Les cultures hors sol. Les ATP de L'INRA*, No. 2 Editor Denise Blanc. pp 79-84.
- Henderson, J. C. y D. L. Hensley. 1986. Efficacy of a hydrophilic gel as a transplant aid. *Hort. Sci.* 21(4):991-992.
- Johnson, M. S. y C. J. Veltkamp. 1985. Structure and functioning of waterstoring agricultural polyacrylamides. *J. Sci. Food Agr.* 36:789-793.
- Pryor, A. 1988. Pretty poly. *California Farmer*. Oct. (10):12.
- Tess, R. W. y G. W. Poehlein. 1985. Applied polymer science ACS. Symp. Ser. 285. Amer. Chem. Soc; Washington, D.C.
- Wallace, G. P. and C. J. Colette. 1984. Effects of hydrogel incorporation in peat lite on tomato. Growth and water relations. *Soil Sci. Plant. Anal.* 15(7):799-810.
- Wang, Y. T. 1989. Medium and hydrogel affect production and wilting of tropical ornamental plants. *Hort Science*. 24(6):941-944.