

## INTERACCIÓN FERTILIZACIÓN ORGÁNICA- MÉTODO DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

### INTERACTION ORGANIC FERTILIZATION- IRRIGATION METHOD IN YIELD AND PRODUCTIVITY OF WATER IN TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.)

Luis M. A. Alamillo Gallegos<sup>1†</sup>; Karla O. Moreno Sepulveda<sup>1</sup>, José Ángel Maraña-Santacruz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango, México.

† Autor responsable (agomar.ag@hotmail.com)

Recibido: 14 febrero 2018, aceptado 24 junio 2018

Artículo de investigación

#### RESUMEN

Se evaluó el efecto de la aplicación de abonos orgánicos en combinación con dos métodos de riego en el rendimiento y la productividad del agua en el cultivo del tomate. El presente trabajo se llevó a cabo en el campo agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, localizada en el km 30 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo en el ejido Venecia, Municipio de Gómez Palacio, Dgo. Geográficamente se ubica en los 25° 46' 56" de latitud. Los tratamientos consistieron en la aplicación de lixiviado de vermicomposta (4 y 8 mL L<sup>-1</sup>), estiércol solarizado (20 y 40 Mg ha<sup>-1</sup>), fertilización química (160-80-00 N-P-K) y un tratamiento sin fertilizar (Control), en combinación con el riego por goteo al 60% de evaporación (EV) y el riego superficial al 80% de evaporación (EV). El diseño experimental fue un factorial en bloques al azar (cuatro repeticiones) con parcelas sub-divididas (factor A; método de riego, factor B; fuente orgánica de nutrientes y factor C; dosis

de las fuentes orgánicas). Los mayores resultados para el área foliar correspondieron a los tratamientos de riego por goteo con estiércol solarizado de 20 Mg ha<sup>-1</sup> y lixiviado de vermicomposta de 4 mL L<sup>-1</sup>, con valores de 9050.3 cm<sup>2</sup> y 5408.9 cm<sup>2</sup> respectivamente. En cuanto al rendimiento y productividad del agua, el de riego por goteo con estiércol solarizado de 40 y 20 Mg ha<sup>-1</sup> con rendimientos de 66.1 Mg ha<sup>-1</sup> y 64 Mg ha<sup>-1</sup>, siendo también más eficientes en cuanto a la productividad del agua con 11.4 kg m<sup>3</sup> y 11.03 kg m<sup>3</sup> respectivamente, superiores al testigo. En la lámina de riego todos los tratamientos en combinación con el riego por goteo al 60% de evaporación (EV), fueron mejores representando un ahorro del 35.5% del volumen de agua aplicada normalmente a este cultivo.

**Palabras clave:** Estiércol solarizado, lixiviado de vermicomposta, sistema de riego.

#### ABSTRACT

The effect of the application of organic fertilizers was evaluated (vermicompost leachate and dairy cattle manure solarized) in combination with two irrigation methods on yield and water productivity of tomato crop. The present work was carried out in the Experimental agricultural field of the Faculty of Agriculture and Zootechnics. The treatments consisted of the application vermicompost leachate (4 and 8 mL L<sup>-1</sup>), solarized manure (20 and 40 Mg ha<sup>-1</sup>), chemical fertilizer (160-80-00 NPK) and an unfertilized treatment (Control), in combination with the irrigation by dripping to 60% of evaporation and the superficial irrigation to 80% of evaporation. The experimental design was a factorial in blocks at random with plots sub-divided. The variables evaluated were: leaf area, yield, water

productivity of irrigation lamina. The greater results for the area foliar corresponded to the treatments of irrigation by dripping with manure solarized of 20 Mg ha<sup>-1</sup> And irrigation by dripping with leached of vermicompost of 4 mL L<sup>-1</sup>, with values of 9050.3 cm<sup>2</sup> and 5408.9 cm<sup>2</sup> respectively. Regarding the performance and productivity of the water the best treatments were the one of irrigation by dripping with solarized manure of 40 and 20 Mg ha<sup>-1</sup> with yields of 66.1 Mg ha<sup>-1</sup> and 64 Mg ha<sup>-1</sup>, being also more efficient in terms of water productivity with 11.4 kg m<sup>3</sup> and 11.03 kg m<sup>3</sup>, respectively, upper to the witness. In irrigation lamina all treatments in combination with the irrigation by dripping to 60% of evaporation (EV) were best representing a saving of 35.5% of the volume of water applied usually to this crop.

**Key words:** solarized manure, vermicompost leachate, irrigation systems

## INTRODUCCIÓN

La Comarca Lagunera, región agrícola y ganadera de las más importantes del país es un claro ejemplo del uso desmedido de fertilizantes inorgánicos y producción intensiva, además posee un inventario ganadero que genera alrededor de 1.2 millones de kg de estiércol base seca por día y que son aplicados a los suelos agrícolas sin tratamiento previo (Fortis *et al.*, 2009; Vázquez, 2008). En este sentido, cuando se dispone de algún desecho orgánico, es necesario encontrar la manera más adecuada de aplicarlo, dosificarlo e incorporarlo al suelo, para un mejor desarrollo e incremento en la productividad, evitando una posible contaminación del suelo y el agua del acuífero subterráneo (Salazar *et al.*, 2003). Algunas alternativas de mejorar el manejo del estiércol son la separación en su fase sólida y líquida (lixiviados); que pueden llevarse a cabo mediante la solarización del estiércol y la vermicomposta (Capulín *et al.*, 2001). El aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra mayor importancia como medio eficiente de reciclaje (Cerrato *et al.*, 2007), además de mejorar las características físicas del suelo, prevenir la erosión y la reducción de insumos químicos de alto costo (Fortis *et al.*, 2009).

La Comarca Lagunera enfrenta el problema de escasez de agua tanto de origen subterráneo como superficial. El primero de los casos presenta un ritmo actual de abatimiento promedio de 1.8 a 3 m por año, esto a su vez ha provocado otros problemas como la reducción del gasto hidráulico extraído, así como, en algunas áreas, la contaminación del acuífero y el deterioro de la calidad del agua subterránea.

El uso inadecuado de abonos orgánicos en la Comarca Lagunera y la baja disponibilidad del agua, aunado a la ineficiencia en el manejo de riego, hacen necesario realizar trabajos de investigación en donde se generen las recomendaciones adecuadas sobre las dosis de abonos orgánicos (estiércoles y lixiviados) así como de la láminas de riego que resulten en un mejor rendimiento del cultivo sin aumentar significativamente la salinidad y sodicidad del suelo, mediante la evaluación del efecto de la aplicación de lixiviado de estiércol y estiércol solarizado de bovino lechero en combinación con dos métodos de riego.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo agrícola experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia, localizada en el km 30 de la carretera Gómez Palacio-Tlahualilo en el ejido Venecia, Municipio de Gómez Palacio, Dgo. Durante el periodo primavera-verano del año 2012. Geográficamente se ubica en los 25° 46' 56" de latitud norte y 103° 21' 02" de longitud oeste. El clima es seco desértico o estepario cálido con lluvias en el verano e inviernos frescos. La precipitación pluvial es de 258 mm y la temperatura media anual es de 22.1 °C, con rangos de 38.5 °C como media máxima y 16.1 °C como media mínima. La evaporación anual media es de aproximadamente 2396 mm.

Los tratamientos evaluados fueron obtenidos de los siguientes factores:

<b>Factor A.- Método de riego</b>
A <sub>1</sub> - Riego por goteo
A <sub>2</sub> - Riego superficial
<b>Factor B.- Fuente orgánica de nutrientes</b>
B <sub>1</sub> - Estiércol solarizado
B <sub>2</sub> - lixiviado de vermicomposta
B <sub>3</sub> - Fertilizante Químico: 160-80-00
<b>Factor C.- Dosis de las fuentes orgánicas</b>
C <sub>1</sub> - Baja (Estiércol 20 Mg ha <sup>-1</sup> ) (Lixiviado 4mL/L de agua) (Control)
C <sub>2</sub> - Alta (Estiércol 40 Mg ha <sup>-1</sup> ) (Lixiviado 8mL/L de agua) (Testigo: 160-80-00)

<b>Tratamientos:</b>
1. A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> - Riego por goteo, estiércol solarizado 40 Mg ha <sup>-1</sup> .
2. A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> - Riego por goteo, estiércol solarizado 20 Mg ha <sup>-1</sup> .
3. A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> - Riego por goteo, lixiviado 4 mL L <sup>-1</sup> .
4. A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> - Riego por goteo, lixiviado 8 mL L <sup>-1</sup> .
5. A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> - Riego por goteo con cero fertilización (Control)
6. A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> .- Riego por goteo con fertilizante químico (Testigo)
7. A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> - Riego superficial, estiércol solarizado 40 Mg ha <sup>-1</sup> .
8. A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> - Riego superficial con fertilizante químico (Testigo)
9. A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> - Riego superficial, estiércol solarizado 20 Mg ha <sup>-1</sup> .
10. A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> - Riego superficial, lixiviado 8 mL L <sup>-1</sup> .
11. A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> - Riego superficial, lixiviado 4 mL L <sup>-1</sup> .
12. A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> .- Riego superficial con cero fertilización (Control)

El diseño experimental fue parcelas subdivididas con arreglo en bloques al azar; cuatro repeticiones con tres factores, para un total de 12 tratamientos. Los resultados obtenidos se analizaron en SAS (SAS Institute, Inc System for Lineal Models, Third Edition, Cary, NC, USA). Los análisis de laboratorio para el estiércol solarizado mostraron el contenido de nitrógeno total encontrando un valor de 1.84% a un porcentaje de humedad del 6%. El análisis para el lixiviado de vermicomposta mostro los siguientes valores: pH 8.2, M.O. 0.83%, N 0.77%, P 0.21%, CT 20.8%, K 348.7 mg kg<sup>-1</sup>, Fe 6.53 mg kg<sup>-1</sup>, Cu 0.77 mg kg<sup>-1</sup>, Zn 1.86 mg kg<sup>-1</sup> y Mn 4.11 mg kg<sup>-1</sup>.

El estiércol solarizado fue aplicado e incorporado al suelo al hacer el borde de camas un mes antes del trasplante en las dosis de 20 y 40 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente con la finalidad de acelerar el

procesos de mineralización y tener disponibles los nutrientes para el cultivo.

La fracción líquida de la vermicomposta fue aplicada al cultivo en las cantidades de 4 y 8 mL L<sup>-1</sup>, se llevó a cabo mediante la utilización de un Venturi, por medio de este se inyectó al cultivo utilizando el sistema de riego instalado como medio de transporte en los dos métodos de riego, por goteo y superficial.

La fertilización química fue 160-80-00 (N-P-K) recomendada por el CELALA; utilizándose los siguientes fertilizantes: fosfato monoamónico (MAP) 52-11-00, Urea 46-00-00 aplicados y dosificados en dos fracciones, al inicio del ciclo y antes de la floración. Los sistemas de riego utilizados fueron riego por goteo y superficial, el riego por goteo consistió de tubería PVC de 0.019 m de diámetro (0.75 pulgadas) en las líneas de conducción y distribución del agua, y manguera de polietileno de 0.013 m de diámetro (0.5

pulgadas) en las líneas regantes. Estas fueron del tipo "cintilla". Se usó cintilla de calibre 6 Mil (6 milipulgadas= 0.15 mm) con emisores a cada 0.30 m con un gasto hidráulico (Q) de 24 L h<sup>-1</sup> a 1.2 bar. Mientras que para el riego superficial se hicieron adecuaciones en las líneas de distribución del agua de este mismo sistema, utilizando una manguera bombero como salida de descarga.

Los riegos se aplicaron con base a un porcentaje de evaporación, los cuales fueron para el riego por goteo 60% de evaporación (EV) y para el riego superficial el 80% de evaporación (EV), medidos en un tanque evaporímetro tipo "A". Se utilizó una variedad de tomate saladette indeterminado usando el híbrido Anibal F1 que combina un buen paquete de resistencias a enfermedades como: verticiliosis, agallas radiculares por nematodos, fusarium del tomate y mosaico del tomate; altos rendimientos y

calidad. Presenta frutos extra-grandes, firmes, de excelente maduración. El trasplante se efectuó en el ciclo primavera-verano, el día 28 de abril de 2012 a una distancia entre plantas de .30 m y entre camas de 1.4 m para una densidad de plantas de 23'463 plantas ha<sup>-1</sup>.

Las variables evaluadas fueron: área foliar, que se determinó en dos plantas por tratamiento con un medidor de área foliar marca LI-COR modelo LI-3100 (LI-COR Environmental, Lincoln, NE, USA); el rendimiento se evaluó mediante el peso directo de los frutos correspondientes a dos plantas por tratamiento, realizando 6 cortes durante el ciclo; la productividad del agua se determinó mediante el método numérico, usando el rendimiento(kg), entre la lámina de riego aplicada (m<sup>3</sup>); la lámina de riego se calculó en función del porcentaje de la evaporación (EV), 60 y 80% la cual fue medida en un tanque evaporímetro tipo "A".

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Área foliar

El análisis de varianza muestra que la variable área foliar (AF) es significativa al 4.2% (Pr >F = 0.0425), indicando que en la interacción de factores al menos uno de los doce tratamientos experimentales produjo una mayor área foliar. Con una media de 4581.37 cm<sup>2</sup>. Al aplicar la prueba de comparación de medias el tratamiento A<sub>2</sub> B<sub>3</sub> C<sub>1</sub> (Cero fertilización con riego por

gravedad-Control), con 9050.3 cm<sup>2</sup> fue mejor que todos (Figura 1). Al analizar individualmente los factores, la dosis de aplicación resulto significativa observando que los tratamientos con la dosis baja (Estiércol 20 Mg ha<sup>-1</sup>) (Lixiviado 4mL L<sup>-1</sup>) (Control), superaron a los tratamientos con la dosis alta (Estiércol 40 Mg ha<sup>-1</sup>) (Lixiviado 8mL L<sup>-1</sup> de agua) (Testigo: 160-80-00), en un promedio de 28.7% (Figura 1).

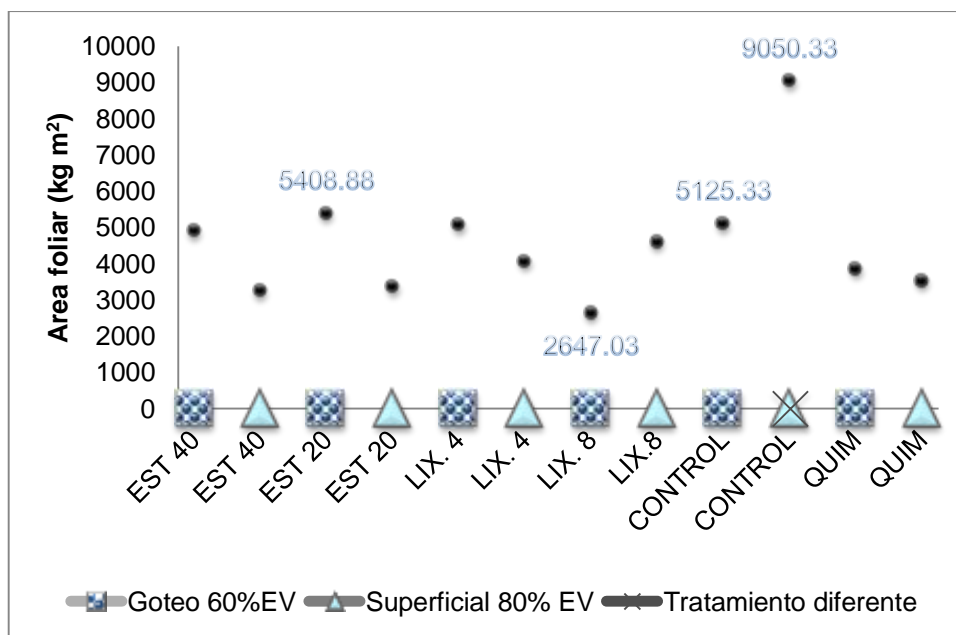
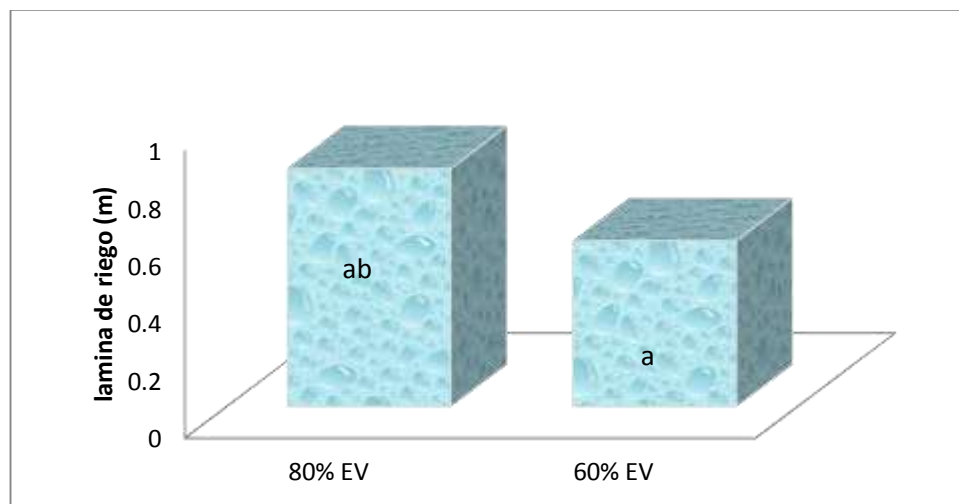


Figura 1. Área foliar del tomate bajo diferentes fuentes y dosis de fertilización en combinación con dos métodos de riego.

### Lamina de riego

El análisis estadístico resultó altamente significativo, y en la comparación de medias se aprecia la significancia (Cuadro 1). El factor (B) método de riego representa los niveles de lámina de riego aplicados (**Figura 2**); en el riego superficial (B<sub>2</sub>- 80% de la evaporación real), se aplicó una lámina total de 83 cm, lo cual equivale a un ahorro de 7.7 % de agua en

comparación con lámina promedio en la región que es de 90 cm la lámina que normalmente se le aplica a este cultivo en riego superficial. En lo que respecta al nivel bajo de humedad, riego por goteo (B<sub>1</sub>- el 60% de la evaporación), se aplicó una lámina total de 58 cm, ahorrándose un 35.5% del volumen que normalmente se aplica.



**Figura 2.** Niveles de lámina de riego aplicados en el cultivo de tomate de acuerdo al porcentaje de evaporación.

### Rendimiento y productividad del agua

El rendimiento no mostró diferencia significativa en la interacción de los factores, ni por factor individual de acuerdo al análisis de varianza (**Cuadro 1, Anexo 1**). Se aprecia una diferencia numérica, destacando el tratamiento T1 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub> (Riego por goteo, estiércol solarizado 40 Mg ha<sup>-1</sup>) como el mejor con 66.1 Mg ha<sup>-1</sup>, en segundo lugar el T2 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub> (Riego por goteo, estiércol solarizado 20 Mg ha<sup>-1</sup>), con una producción de 63.9 Mg ha<sup>-1</sup> siendo el tratamiento T6 A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub> el de menor producción con un rendimiento de 41.8 Mg ha<sup>-1</sup> (**Figura 3**) estando por debajo del rendimiento promedio de la región de 45 Mg ha<sup>-1</sup>. Vázquez *et al.*, (2010) Al evaluar el efecto del estiércol solarizado en dosis de; 20, 40, 60 y 80 Mg ha<sup>-1</sup> sobre la producción de chile (*Capsicum annuum L.*) jalapeño, en comparación con un testigo (fertilizante químico), encontró resultados significativos entre los tratamientos siendo el tratamiento de 40 Mg ha<sup>-1</sup> diferente y mejor a los demás con un valor de 58.7 Mg ha<sup>-1</sup>. Preciado *et al.*, (2011) al comparar cuatro tratamientos como fuentes de fertilización orgánica en tomate en condiciones de invernadero encontró resultados significativos entre los tratamientos;

solución nutritiva inorgánica Steiner, te de compost, te de vermicomposta y lixiviado de vermicomposta, encontrando los mayores resultados de rendimiento para la solución Steiner con 3.05 kg/p y te de vermicomposta con 2.42 kg/p dejando por debajo y en condiciones similares a los tratamientos restantes.

Es de resaltar que estos mismos tratamientos fueron los más productivos en cuanto al uso eficiente del agua con 11.4 kg m<sup>3</sup> y 11.03 kg m<sup>3</sup> respectivamente (**Figura 3**). Este factor al igual que el rendimiento no presentó significancia, más individualmente el factor (A) método de riego presenta significancia (**Cuadro 1**), siendo la lámina de riego con el 60% de la evaporación (riego por goteo), mejor que la lámina de riego del 80% de evaporación (riego superficial).

De los tres factores estudiados; método de riego, fuente de nutrientes y dosis, a excepción del diámetro de tallo, únicamente el método de riego provocó diferencias significativa. Esto ocurrió en tres variables, relación hoja/tallo, productividad del agua y temperatura del suelo en sus diferentes profundidades. La productividad del agua fue mayor en el riego por goteo, mientras que las otras dos lo son en el riego superficial. La altura de planta mostró un incremento

en los tratamientos con riego por goteo en comparación que los irrigados con el riego superficial. Únicamente en el diámetro de tallo la fuente de nutrientes provocó diferencia significativa a favor del estiércol solarizado y el químico.

Se presentó una mayor temperatura del suelo en el riego superficial. La mayor diferencia ocurrió en el estrato 6-12 cm en la dosis menor de lixiviado y fue de

3.2 °C, lo cual, de acuerdo a los factores de corrección de Gilmour, puede provocar una diferencia en tasa de mineralización del nitrógeno orgánico del suelo de 15% aproximadamente.

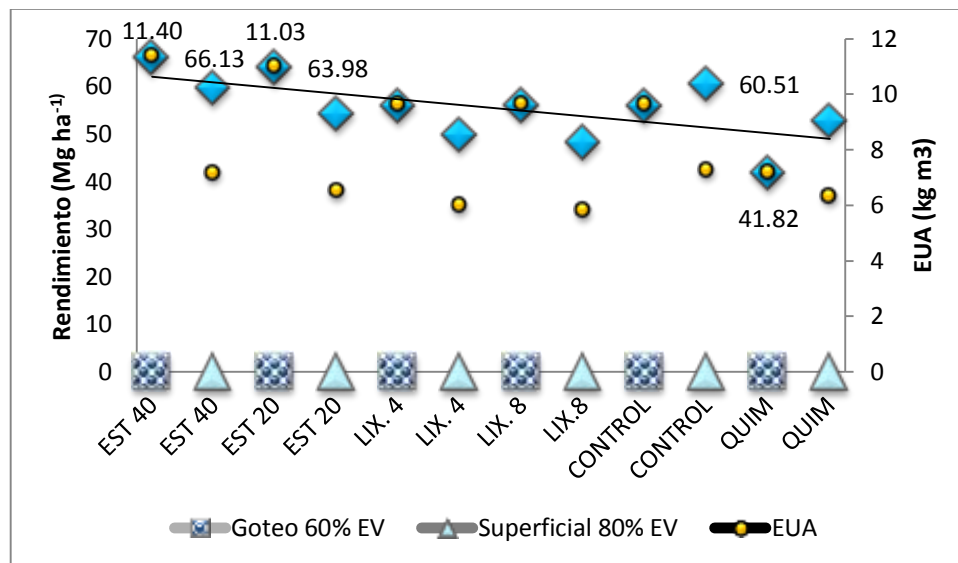


Figura 3. Rendimiento y productividad del agua bajo la interacción de métodos de riego y fuentes de fertilización con dosis diferentes en el cultivo de tomate.

**Cuadro 1.** Efecto individual e interacción de factores sobre las variables evaluadas en el cultivo de tomate

Fuente de Variación	Variables			
	AF	LR	REN	EUA
	cm <sup>2</sup>	m	Mg ha <sup>-1</sup>	kg m <sup>3</sup>
<b>(A) Método de riego</b>				
Goteo 60% EV	4512.2 a	.53 a	56.67 a	9.79 a
Superficial 80% EV	4650.5 a	.83 b	54.28 a	6.62 b
<b>(B) Fuente de fertilización</b>				
Estiércol solarizado	4421.1 a	.70 a	59.92 a	8.96 a
Lixiviado de vermicomposta	3927.8 a	.70 a	53.72 a	7.96 a
Fertilizante químico	5395.2 a	.70 a	52.79 a	7.68 a
<b>(C) Dosis</b>				
Baja (Estiércol 20 Mg ha <sup>-1</sup> ) (Lixiviado 4ml l <sup>-1</sup> ) (Control)	5351.5 a	.70 a	56.79 a	8.41 <sup>a</sup>
Alta (Estiércol 40 Mg ha <sup>-1</sup> ) (Lixiviado 8ml l <sup>-1</sup> ) (Testigo: 160-80-00)	3811.3 b	.70 a	54.16 a	8 a
<b>Interacción</b>				
A*B*C	.0425*	≤.0001**	.6997 <sup>NS</sup>	.6774 <sup>NS</sup>

† Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Duncan ( $P \geq 0.05$ ). \* = significativo, \*\* = altamente significativo, NS = no significativo, AF = área foliar, LR = lámina de riego, REN = rendimiento, EUA = eficiencia en el uso de agua.

### CONCLUSIONES

El aprovechamiento de abonos orgánicos cobra cada día mayor importancia como medio eficiente de reciclaje, por lo que hacer un uso racional en este caso del excedente recurso de nuestra región como lo es el estiércol, mediante técnicas de tratamiento que permitan hacer un uso y manejo eficiente de este recurso; utilizarlo como medio de fertilización con la finalidad de disminuir el uso de fertilizantes convencionales, permitiendo un ahorro económico en los costos de producción y que en combinación con sistemas eficientes de riego se estaría encaminando hacia la sustentabilidad de la Comarca Lagunera, en consideración a la problemática existente.

Para el rendimiento y productividad de agua los tratamientos con mayores resultados fueron el T1 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub> (Riego por goteo, estiércol solarizado 40 Mg ha<sup>-1</sup>), como el mejor con 66.1 Mg ha<sup>-1</sup> seguido del T2 A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub> (Riego por goteo, estiércol solarizado 20 Mg ha<sup>-1</sup>) con una producción de 63.9 Mg ha<sup>-1</sup> y los más eficientes en cuanto a la productividad del agua con 11.4 kg m<sup>3</sup> y 11.03 kg m<sup>3</sup> respectivamente. El efecto de la lámina de riego, factor de estudio concluye que la

aplicación de lámina de riego al 60 % de la evaporación bajo un sistema presurizado con cintilla provee un ahorro de 35.5%, equivalente a 3,195 m<sup>3</sup>.

### LITERATURA CITADA

- Capulín G. J., Núñez E. R., Etchevers B. J. D., Baca C. G. A. 2001. Evaluación del extracto líquido de estiércol bovino como insumo de nutrición vegetal en hidroponía. *Agrociencia* 35: 287-299.
- Cerrato, M. E., H. A. Leblanc y C. Kameko. 2007. Potencial de mineralización de nitrógeno de Bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth. *Tierra Tropical* 3: 183-197.

- Chávez G. J. F., M. C., Medina M., U., Figueroa V. 2003. Fertilización del nogal "En" Tecnología de Producción en Nogal Pecanero INIFAP pág. 101-126.
- Comisión Nacional del Agua 2015. Resumen anual de Comarca Lagunera suplemento especial martes 1 de enero del 2015 siglo de torreón pág. 26-32.
- Delgado, R. M. 2009. Productividad de agua y calidad de forraje en función del método de riego a nivel comercial. En memoria de la XIII Semana Internacional de Agronomía. Eds. Vázquez N. J. M., Silos C.M.C. y Martínez R. A. FAZ UJED, Gómez Palacio, Dgo.
- Diver, S. 2002. Notes on compost Teas: A supplement to the ATTRA publication "Compost Teas for Plant Disease Control". Fayetteville, US. Universidad of Arkansas.
- Enciso M. J. El Riego. Capitulo I. Consultado el 5 septiembre del 2011, disponible en la Word Wide web: [catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lec/.. /capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lec/.. /capitulo1.pdf), pág. 5-17.
- Farrell-Poe K. y Martin E. 2008. Engineering Water for Sustainability and Productivity. ABE department, University of Arizona. Water Summit.
- Figueroa V.U., Cueto W. J. A. 2003. Abonos Orgánicos y Platicultura Capitulo I. uso Sustentable del Suelo y Abonos Orgánicos Pág. 1-17.
- Figueroa V.U., Faz C.R., Quiroga G.H. M. Y Cueto W.J. A. 2002. Optimización del uso de estiércol bovino en cultivos forrajeros. Informe de Investigación. Campo Experimental La Laguna. INIFAP.
- Figueroa V.U., Núñez H. G., J. A. Delgado, Cueto W. J. A. y Flores M. J. P. 2009. Estimación de la producción de estiércol y de la excreción de nitrógeno, fósforo y potasio por bovino lechero en la Comarca Lagunera. pp. 128-151. In: I. Orona C., E. Salazar S., M. Fortis H. (eds.). Agricultura orgánica. FAZ-UJED, SMCS. Gómez Palacio, Dgo., México.
- Fortis H., M., J. A. Leos R., I. Orona C., J. L. García H., E. Salazar S., P. Preciado R., J. A. Orozco V. y M. A. Segura C. 2009. Uso de estiércol en la Comarca Lagunera. pp. 104-127. In: Libro de Agricultura Orgánica. I. Orona C., E. Salazar S., M. Fortis H., H.I. Trejo E., y C. Vázquez V. (eds.). FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango. México.
- Fortis H.M., J.A. Leos R., L. García. G., I. Orona C., Salazar S.E., P. Preciado R., R.A. Aldaco N. 2009. Situación Actual de la Generación de Estiércol en la Comarca Lagunera. Memorias de la XX Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Pág. 42-48.
- García D. M. Y., Sánchez C. I., García H. G., Moreno D. L., Trejo C. R., Hernández M. M. A. 2010. Evaluación De La Eficiencia Del Riego En El Modulo IV En El Distrito De Riego 017 Comarca Lagunera, México. Revista Chapingo Seria Zonas Áridas Volumen IX Numero 2.
- Gilmour, J. 2011. Soil testing and nitrogen mineralization from soil organic matter. Crop and soils magazine 11: 37-40.
- Hernández A., A Gomez., G Pena., F Gil., L Rodrigo., E Villanueva., A Pla (2004) Effect of long-term exposure to pesticides on plasma esterases from plastic greenhouse workers. J. Toxicol. Environ. Health. Part A. 67:1095.1108.
- Hernandez-Macias R. 2009. Tesis de Estimación de la evapotranspiración de cultivo y requerimientos hídricos del tomate (*Solanum Lycopersicum* Mill. Cv. El cid) en invernadero. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario De Investigación Para El Desarrollo Integral Regional CIIDIR Michoacán
- López, C., R., E., Peña, C., M. del R., Zúñiga E., L., Zúñiga E. 2008. Comportamiento de dos fulvatos de hierro en la calidad de plántula de tomate en invernadero, en; Agrofaz 8:7-11.
- Lundstedt L. J., Carrasco J. J., Torres P. A., González M. S. 2006. Tierra adentro. Tratamientos la desinfección. Consultado el 5 septiembre del 2011, disponible en la Word Wide web: [www.inia.cl/biblioteca](http://www.inia.cl/biblioteca).
- Murillo-Amador., Rueda- Puente E. O., Ruiz -Espinoza F. H., García -Hernández J. L., Beltrán-Morales F. A. Agricultura Orgánica. Temas de actualidad. 2010. Editorial Plaza y Valdez. México, D.F. 389 pp. 219-225.
- Nuez F, Prohens J, Blanca JM (2004) Relationship, origin, and implications of Galapagos tomatoes: implications for the conservation of natural populations. Am. J. Bot. 9: 86-99.
- Nurundin M. M. 2001. Effect of water stress on tomato at different growth stages. Department of agricultural biosystems engineering. McGill University, Macdonald Campus, Montreal, Canada.
- Preciado-Rangel P., Fortis-Hernández M., García-Hernández J.L., Rueda-Puente E., Juan Esparza-Rivera R., Lara-Herrera A., Segura-Castruita M. A., Orozco-Vidal J. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción



- de tomate en invernadero. *Interciencia* vol. 36 numero 9.
- SAGARPA. 2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria. Pág.5-140.
- SAGARPA. 2012. Resumen anual de Comarca Lagunera suplemento especial martes 1 de enero del 2013 siglo de torreón pág. 26-32.
- Salazar S. E., Trejo E. H. I., López M. J. D., Vázquez V. C., Serrato C. S.S., Orona C. I., Flores M. J. P. 2010. Efecto residual de estiércol bovino sobre el rendimiento de maíz forrajero y propiedades del suelo. *TERRA LATINOAMERICANA* volumen 28 numero 4.
- Salazar S. E., Vázquez C. C., L. Rodríguez J. A., Fortis H. M., Montemayor T. J. A., Figueroa V. R., López M. J. D. Mineralización del estiércol bovino y su impacto en la calidad del suelo y la producción de tomate (*Lycopersicum sculentum* Mill) bajo riego sub- superficial. *Rev. Øyton* Pág. 2004: 259-273.
- Salazar, S.E., López, M.J., Trejo, E.H.I., Vázquez, V.C., Fortis, H.M., Zúñiga, T.R., Vital, S.J. y A.P Mexica. 2007. Aplicación al suelo de estiércol bovino con y sin solarizar y su impacto en maíz forrajero. "In": uso y Aprovechamiento de abonos orgánicos e inocuidad. Pág. 82-113.
- Salazar-Sosa E., A. Beltrán-M., M. Fortis-H., J. A. Leos-R., J. A. Cueto-W., C. Vázquez-V. y J. J. Peña-C. 2003. Mineralización de nitrógeno y producción de maíz forrajero con tres sistemas de labranza. *Terra* 21: 569-575.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) SAGARPA. 2010. Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México. Consultado el 5 de septiembre del 2011. [www.siap.gob.mx/consultado](http://www.siap.gob.mx/consultado).
- Vázquez V.C. García H. J. L., Salazar S.E., López M.D., Valdez C. R. D., Orona C.I., Gallegos R. M. A., Preciado R. P. 2011. Aplicación de estiércol solarizado al suelo y la producción de Chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Revista Chapingo serie Horticultura*. Número 17.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Análisis de varianza para el Rendimiento en el cultivo de tomate bajo dos métodos de riego con tres fuentes de fertilización y dos dosis diferentes. C.A.E.-FAZ-UJED. 2012.

<i>Fuente</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.C</i>	<i>Pr &gt; F</i>
Repetición	3	2946.437500	982.145833	6.03	0.0022
Método de riego (A)	1	68.640833	68.640833	0.42	0.5206
Fuente de fertilización (B)	2	481.401667	240.700833	1.48	0.2427
Dosis (C)	1	83.213333	83.213333	0.51	0.4797
A*B	2	681.771667	340.885833	2.09	0.1393
A*C	1	20.803333	20.803333	0.13	0.7230
B*C	2	571.821667	285.910833	1.76	0.1885
A*B*C	2	117.541667	58.770833	0.36	0.6997
Error	33	5372.74750	162.81053		
Total corregido	47	10344.37917			

C.V. = 22.99%