

# CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.) REGADO CON AGUAS RESIDUALES Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIANA

E. Cuenca-Adame<sup>1</sup>; D. Riestra-Díaz<sup>2</sup>; J.M. Pérez-Mangas<sup>3</sup>; A. Echegaray-Alemán<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, C.P. 04510, Coyoacán, D.F.

<sup>2</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. C.P. 91700, Veracruz, Veracruz. México.

<sup>3</sup>Departamento de Investigación, CBTA, 194, DGETA-SEP, C.P. 61600, Miaatlán, Morelos. México.

<sup>4</sup>Laboratorio de Edafología, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, C.P. 04510, Coyoacán, D.F.

## RESUMEN

Esta investigación se realizó con el objeto de determinar el efecto de diferentes niveles de humedad aprovechable (HA) con aguas residuales en el rendimiento de tomate de cáscara, cuantificar la fluctuación poblacional de coliformes fecales y huevecillos de helmintos en fruto, así como evaluar el efecto de inmersiones en hipoclorito de sodio (HS), microdyn e incorporación al suelo de gallinaza y abonos verdes en la eliminación de estos microorganismos. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. En la primera fase experimental los tratamientos T5 (80% HA), T4 (60% HA) y T3 (40% HA) produjeron los más altos rendimientos de fruto con 12906, 11234 y 10319 kg·ha<sup>-1</sup>, respectivamente. La cuantificación de coliformes en fruto mostró un alto nivel de contaminación y en menor grado con huevecillos de helmintos. En la segunda fase experimental fue posible reducir la contaminación por coliformes con HS 20 ml·litro<sup>-1</sup> de agua a exposiciones de 20 y 25 minutos.

**PALABRAS CLAVE:** tomatillo, aguas contaminadas, materia orgánica, coliformes, hortaliza.

## HUSK TOMATO (*Physalis ixocarpa* Brot.) GROWTH AND YIELD IRRIGATED BY WASTEWATER AND CONTROL OF CONTAMINANT MICROORGANISMS

## SUMMARY

The present study was carried with the purpose to determine the effect of different available soil moisture content (ASMC) levels of wastewater on husk tomato fruits, quantify population fluctuation of fecal coliforms and helminth eggs on fruit, as well as to evaluate the effect of sodium hypochlorite (SH), immersions in microdyn, soil addition of green manure and chicken manure over the microorganisms. A randomized block design with four replications was conducted. During the first phase of the experiment, treatments T5 (80% ASMC), T4 (60% ASMC) and T3 (40% ASMC) provided the highest fruit yield 12906, 11234 and 10319 kg·ha<sup>-1</sup>, respectively. The fecal coliforms quantifications showed high microbiological contamination and in minor grade with helminth eggs. During the 2<sup>nd</sup> experimental phase, it was possible to reduce fecal coliforms contamination on fruit by immersion in SH at 20 ml·liter<sup>-1</sup> of water during 20 and 25 min.

**KEY WORDS:** Tomatillo, contaminated water, organic matter, coliforms, vegetable.

## INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) se conoce en México desde tiempos precolombinos. Los Aztecas lo cultivaban y lo empleaban para preparar salsas y guisos, en forma parecida a como se emplea en la actualidad (Anónimo, 1982). La siembra de esta hortaliza es una de las más importantes en el Estado de Morelos, ya que se siembran aproximadamente 1500 ha, lo cual sitúa a esta entidad como el sexto productor en cuanto a superficie cosechada (Anónimo, 1981).

Gran parte de la superficie cosechada en los valles de Zacatepec, Jojutla y Cuautla se cultiva con aguas residuales bajo condiciones de riego por gravedad. Las aguas provienen de los ríos Cuautla y Apatlaco. El riego se realiza en forma empírica y en ocasiones con láminas mayores a los requerimientos del cultivo, lo cual reduce la eficiencia de aplicación al cultivo.

La presencia de altas poblaciones microbianas en hortalizas regadas con aguas residuales que se consumen en crudo pueden transmitir a los consumidores padecimientos entéricos y enfermedades infecciosas que

constituyen la cuarta causa más importante de mortalidad; de las cuales el 64% de estas muertes ocurren en la población infantil menor de cinco años (Calderón, 1991). Algunos de los microorganismos más frecuentes en estas aguas residuales son: bacterias coliformes, salmonellas, shigellas, huevecillos de helmintos y quistes de amibas.

A pesar de los altos riesgos que presenta el empleo de aguas residuales, es una práctica común en los cultivos hortícolas, sobre todo en aquellas zonas donde se cuenta con infraestructura productiva y climas adecuados para los cultivos; por lo tanto surge la necesidad de tomar medidas adecuadas para eficientar el agua de riego y el control de la contaminación microbiana de las aguas residuales de la región, ya que de lo contrario se corre el riesgo de tener poblaciones con problemas de salud y una mayor erogación de parte del gobierno a instituciones de salud pública para el control de estas enfermedades. La eliminación de helmintos ha sido estudiada por Crow *et al.* (1995) y Zavaleta (1985) quienes indicaron haber reducido las poblaciones de éstos con el empleo de materia orgánica. Durante el proceso de descomposición de esta materia se liberan sustancias tóxicas las cuales destruyen los microorganismos patógenos, siendo el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) el más conocido.

Este trabajo se realizó con los objetivos siguientes: i) Determinar el efecto de diferentes niveles de humedad, aplicados al suelo con aguas residuales, sobre el rendimiento de tomate de cáscara. ii) Cuantificar la fluctuación en las poblaciones de coliformes fecales y huevecillos de helmintos en fruto. iii) Estudiar la respuesta del cultivo en relación al crecimiento, bajo niveles de humedad diferentes. iii) Evaluar el efecto de la gallinaza, abonos verdes y los productos hipoclorito de sodio y microdyn en la eliminación de coliformes fecales y huevecillos de helmintos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente experimento se realizó en un lote experimental del Centro de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias de Zacatepec, Morelos, México, ubicado geográficamente a los  $18^\circ 39'$  de latitud norte y  $19^\circ 12'$  de longitud oeste, con una altitud de 920 msnm. De acuerdo con la clasificación de Köpen modificada por García (1988), la zona sur del estado tiene un clima que corresponde al Awo que se caracteriza por ser el más seco de los cálidos subhúmedos. La temperatura media anual es de  $24.1^\circ\text{C}$  y las lluvias anuales son en promedio de 832 mm. El suelo pertenece al grupo de los vertisoles (Anónimo, 1990). Las principales propiedades físico-químicas del mismo fueron: textura arcillosa, densidad aparente  $1.2\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , capacidad de campo 42.5 %, punto de marchitamiento permanente 22.5 %, materia orgánica 1.17 %, capacidad de intercambio catiónico total 47 meq por 100 g de suelo, nitrógeno total 0.09%, fósforo y potasio asimilable 50 y 450  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , respectivamente.

### Primera fase experimental

Se realizó del 10 de marzo al 24 de junio de 1996. En esta fase se estudiaron la aplicación del riego a los niveles de humedad 0, 20, 40, 60 y 80 %, la determinación del número más probable (NMP) de coliformes fecales (Anónimo, 1989) y el crecimiento de las plantas en términos de materia seca.

### Segunda fase experimental

Se realizó del 15 de abril al 30 de julio de 1997. Los tratamientos consistieron en la aplicación de  $6\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de gallinaza (G), incorporación de abonos verdes (soya) y la fertilización química (FQ). Estos tratamientos estuvieron conformados por T1= Soya + G + FQ, T2= Soya + G + P  $60\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , T3 = Soya + FQ, T4 = Soya + P  $60\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , T5 = G + FQ, T6 = G + P  $60\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , T7= FQ y T8= Testigo absoluto. En esta fase se cuantificó el NMP de coliformes fecales y huevecillos de helmintos por fruto.

Al final de la cosecha se procedió a desinfectar el fruto con inmersiones de hipoclorito de sodio en concentraciones de 10 y  $20\text{ ml}\cdot\text{litro}^{-1}$  de agua con tiempos de exposición de 5, 10, 15 minutos; además, los tratamientos  $20\text{ ml}\cdot\text{litro}^{-1}$  de agua con tiempos de exposición de 20 y 25 minutos. Se evaluó también el microdyn y un testigo absoluto. Posterior a esta evaluación y en el tratamiento de mayor concentración y tiempo de exposición se evaluó el cloro residual en frutos tratados de acuerdo a Anónimo (1989).

En ambas investigaciones, se empleó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. En los tratamientos donde se incorporó la variedad de soya BM-2, esta fue sembrada dos meses antes de iniciar el experimento. Al momento de la floración la soya fue molida con molino de martillo y fue incorporada al suelo al momento del trasplante ( $13.3\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), mezclada con gallinaza y FQ, según el tratamiento. La parcela experimental consistió de  $6 \times 4\text{ m}$  y  $1.0\text{ m}$  de separación entre surcos. Se utilizó la variedad Rendidora, sembrada en charolas de uncel de 200 cavidades. A los 25 días después de la germinación, fueron trasplantadas al terreno definitivo dos plantas por mata a una distancia de 0.5 m. Para evitar problemas de virosis temprana todas las plantas fueron cubiertas con agribón descubriéndose hasta el inicio de la floración. Se empleó el tratamiento de fertilización química (FQ) 120-40-00 recomendado para Morelos (Anónimo, 1988). La fuente de nitrógeno fue sulfato de amonio y como fósforo, superfosfato de calcio triple. La primera aplicación se realizó con 70 kg de nitrógeno y todo el fósforo al momento del trasplante, en la segunda fertilización se aplicó el resto del nitrógeno.

El agua se introdujo en la parcela experimental con manguera, contabilizando los volúmenes con un medidor de agua. Para llevar el control de la humedad del suelo se utilizó el método gravimétrico a profundidades de 0-30

y 30-60 cm, el cálculo de lámina necesaria de riego se basó en la media ponderada de los diferentes espesores del suelo (Palacios y Martínez, 1978).

Para estudiar el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento del cultivo se realizaron muestreos de materia seca cada 12 días durante el ciclo del cultivo. Con los datos obtenidos para cada tratamiento y con el uso del paquete estadístico SAS (1988) se obtuvieron los parámetros del modelo de Weibull propuesto por Hunt (1982).

$$Y = Y_{\max} \left( 1 - e^{-\left(\frac{t}{b}\right)^c} \right) \quad (1)$$

Donde, Y: Rendimiento de materia seca ( $\text{g-planta}^{-1}$ ), t: Número de días después del trasplante,  $Y_{\max}$ : Valor máximo de materia seca ( $\text{g-planta}^{-1}$ ), b: Parámetro de respuesta del tiempo que indica el punto de inflexión cuando  $t=b$ , c: Parámetro de forma de la respuesta que indica los cambios relativos de la tasa de acumulación de materia seca.

Procesadas las curvas con los parámetros obtenidos, se obtuvieron los valores de las tasas absolutas de crecimiento (TAC) a partir de la primera derivada del modelo (1).

$$Y' = \text{TAC} = \frac{c-1}{b} \left( \frac{t}{b} \right)^{c-2} e^{-\left(\frac{t}{b}\right)^c} \quad (2)$$

Para la determinación del número más probable (NMP) de coliformes fecales en suelo y fruto se realizaron muestreos en frascos ámbar esterilizados en autoclave a una presión de  $1.05 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$  durante 15 minutos. Los muestreos de suelo fueron extraídos del estrato 0-30 cm, el cual es considerado como el de mayor concentración de bacterias (Gideon *et al.*, 1991). De cada muestra de suelo se pesó 1 g y se diluyó en 1000 ml de agua de dilución estéril. De los bulbos muestreados se pesaron 30 g de fruto y se homogenizaron en licuadora durante un minuto, posteriormente esta solución se aforó en 1000 ml (Thatcher y Clark, 1973).

El método para la determinación de coliformes fecales en suelo y fruto se realizó acorde con la técnica establecida por Anónimo (1989); la cual consiste en la determinación del NMP por 100 ml de agua por el método de tubo múltiple. Para la determinación de huevecillos de helmintos se muestreó un fruto por tratamiento por repetición y se utilizó la metodología de flotación con sulfato de zinc a 33% propuesta por Faust (Anónimo, 1993).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### PRIMERA FASE EXPERIMENTAL

#### Análisis de crecimiento

La Figura 1 y 2 muestra el crecimiento de las plantas ( $\text{g-planta}^{-1}$ ) y la TAC ( $\text{g-planta}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$ ) después del trasplante en términos de materia seca. La Figura 1, muestra que desde el trasplante hasta los 20 días, las plantas crecieron muy lentamente. Los valores más altos de crecimiento fueron obtenidos con los tratamientos T5 y T4 (80 y 60% HA), valores medios de crecimiento fueron obtenidos con el tratamiento T3 (40% HA) y los valores más bajos con los tratamientos T2 20% y T1 0% HA. La Figura 2 muestra que los valores más altos de TAC fueron obtenidos con los tratamientos T5 y T4, es decir, cuando las plantas de tomate de cáscara consumían el 20 y 40 % de la humedad al momento del riego. Los valores más bajos de TAC correspondieron a los tratamientos de HA más bajos. Se puede observar que esta planta obtiene sus valores máximos de TAC entre los 50 y 70 días después del trasplante. Los niveles más bajos de HA aplicados al suelo al momento del riego ocasionan al final del ciclo valores más bajos de TAC, por lo que es probable obtener un mayor número de cortes con niveles de HA cercanos a la capacidad de campo. Estos resultados coinciden con Mondal *et al.* (1986) quienes señalan que las plantas, cuando crecen bajo altos niveles de humedad, no presentan ninguna limitación en el crecimiento.

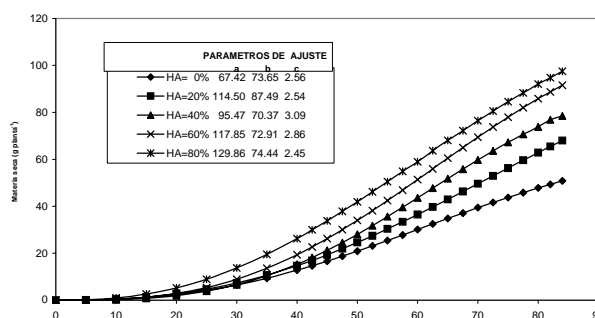


Figura 1. Efecto de los niveles de humedad aprovechable (HA) al momento del riego sobre el crecimiento del tomate de cáscara variedad Rendidora.

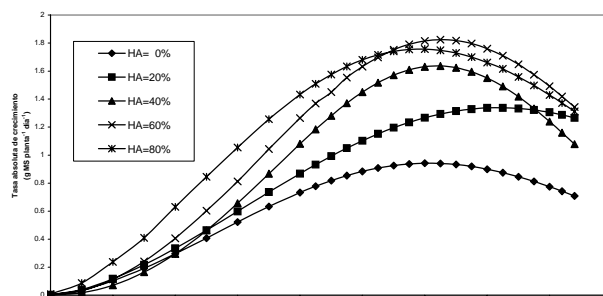


Figura 2. Efecto de los niveles de humedad aprovechable (HA) al momento del riego sobre el crecimiento del tomate de cáscara variedad Rendidora.

## Producción y calidad del fruto

El rendimiento total máximo del fruto (Cuadro 1) se obtuvo con el tratamiento T5 (80% HA) con 12 906 kg·ha<sup>-1</sup> cuando la humedad del suelo se consumía en 20% de la HA; sin embargo, este resultado fue estadísticamente igual a los tratamientos T4 (60% HA) y T3 (40% HA), aunque sólo el tratamiento T5 superó significativamente a los tratamientos T2 y T1. De acuerdo a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) los rendimientos más bajos correspondieron a T3 (40% HA), T2 (20% HA) y en suelos calcáreos. Estos resultados fueron ligeramente superiores al máximo alcanzado por Jaime (1997), quien en condiciones de medio riego y temporal obtuvo 10190 kg·ha<sup>-1</sup> en suelos calcáreos. Estos resultados muestran que es posible mejorar significativamente los rendimientos hasta en un 63% cuando se manejan niveles adecuados de humedad en este cultivo. Este experimento de campo establecido durante el periodo marzo - junio 1996 coincidió con la época de mayor incidencia de plagas y enfermedades, por lo que los rendimientos obtenidos en el presente experimento se consideran aceptables ya que superaron la producción media nacional. En relación a la calidad, la mayor producción de fruto grande, que se cotiza a mayor precio, se alcanzó con los tratamientos regados con más altos niveles de HA (T5, T4 y T3). El tamaño de fruto pequeño es menos demandado y de menor precio, su más alto rendimiento se obtuvo con los tratamientos (T5 y T3).

**CUADRO 1. Efecto del nivel de humedad aprovechable (HA) sobre la evapotranspiración (ET), coliformes fecales y rendimiento de tomate de cáscara.**

Tratamiento (HA %)	ET (cm)	Clasificación de fruto por tamaño <sup>2</sup>						NMP de coliformes fecales por 100 g de fruto
		Grande		Pequeño		Total		
		----- kg·ha <sup>-1</sup> -----						
T1 0	47.13	6249	c <sup>2</sup>	1735	c	7984	c	4400 b
T2 20	52.45	7164	bc	1831	bc	8995	bc	6900 ab
T3 40	53.50	7732	abc	2587	ab	10319	abc	8050 ab
T4 60	55.80	9379	ab	1855	bc	11234	ab	8400 ab
T5 80	61.10	10148	a	2758	a	12906	a	9400 a
DMS		2218.9		760.7		3003.5		4053.1

<sup>2</sup> Diámetro en cm: Grande > 4, pequeño menor de 4.

<sup>3</sup> Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

DMS = Diferencia mínima significativa.

Al relacionar el rendimiento de tomate de cáscara con la evapotranspiración, se encontró una relación de tipo lineal entre estas variables.

$$RF = -9595.53 + 368.258 ET$$

$$R^2 = 0.95$$

Donde, RF: Rendimiento de fruto (kg·ha<sup>-1</sup>) y ET: Evapotranspiración del cultivo (cm). Esta relación indica que el rendimiento de tomate se incrementa 368.2 kg·ha<sup>-1</sup> por cada cm de lámina de riego consumida en el proceso evapotranspirativo del tomate bajo las condiciones de este experimento.

Crecimiento y rendimiento...

## NMP de coliformes fecales

En el Cuadro 1, se puede apreciar que de acuerdo con Tukey ( $P \leq 0.05$ ) el número de coliformes fecales en fruto de tomate de cáscara fue mayor en los tratamientos que recibieron riego más frecuente (T5, T4, T3 y T2). Las poblaciones más bajas correspondieron a los tratamientos desarrollados con las HA más bajas. Estos resultados coinciden con Vaz da Costa *et al.* (1991) quienes señalaron que las poblaciones de coliformes decrecieron por el efecto de la reducción de la humedad en el suelo después de un riego y la radiación solar.

## SEGUNDA FASE EXPERIMENTAL

### Materia orgánica y fertilización química sobre el rendimiento de tomate de cáscara

El Cuadro 2 muestra que el máximo rendimiento de tomate de cáscara (10302 kg·ha<sup>-1</sup>) se obtuvo cuando se aplicaron 6 t de G + soya incorporada como abono verde + FQ (T1), siendo estadísticamente superior al resto de tratamientos. También se puede apreciar que el tratamiento T5 con aplicación de G + FQ superó estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ) a la FQ (T7), lo cual demuestra el efecto positivo de la aplicación de gallinaza sobre el rendimiento. Es interesante observar que la mezcla de soya + G + P a 60 kg·ha<sup>-1</sup> (T2) fue estadísticamente igual a FQ (T7) y a la aplicación de soya + FQ (T3). Los rendimientos más bajos fueron alcanzados cuando se aplicó únicamente soya y gallinaza junto con P a 60 kg·ha<sup>-1</sup> (T4 y T6) y en el testigo absoluto, no existiendo diferencias estadísticas entre ellos, aunque los tres fueron significativamente superados por el resto de los tratamientos.

**CUADRO 2. Efecto de la gallinaza (G), incorporación de plantas de soya y fertilización química (FQ) sobre el NMP de coliformes fecales y rendimiento de tomate de cáscara.**

Número	Tratamiento	Coliformes fecales (NMP) por 100 g de fruto	Rendimiento (kg·ha <sup>-1</sup> )
T1	Soya + G + FQ	4821 a <sup>2</sup>	10302 a
T5	G + FQ	3560 a	9051 b
T7	FQ	6400 a	7962 c
T3	Soya + FQ	6400 a	7785 c
T2	Soya + G + P 60 kg·ha <sup>-1</sup>	5100 a	7253 c
T4	Soya + P 60 kg·ha <sup>-1</sup>	3600 a	6119 d
T6	G + P 60 kg·ha <sup>-1</sup>	4834 a	5847 d
T8	Testigo absoluto	6400 a	5446 d
<b>DMS</b>		<b>4163</b>	<b>900.1</b>

<sup>2</sup> Valores con la misma letra entre columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

DMS = Diferencia mínima significativa.

### NMP de coliformes fecales en fruto de tomate de cáscara

El Cuadro 2, muestra que la soya, G y FQ incorporados al momento del trasplante no tuvieron efecto sobre la sobrevivencia de coliformes fecales. Los resultados obtenidos probablemente se deben al corto tiempo de des-

composición de la materia orgánica para la producción de amoniaco.

### Huevecillos de helmintos

De los 32 frutos evaluados, solo en los tratamientos T1, T2, T5, T6 y T7 se encontró un huevecillo por fruto. Cuatro correspondieron a *Ascaris lumbricoides* y uno a *Trichuris trichuria*, lo cual indica que la materia orgánica no tuvo efecto en la destrucción total sobre el número de huevecillos de helmintos.

### NMP de coliformes fecales después del tratamiento químico

En el Cuadro 3, se puede apreciar que el tratamiento T1 (testigo absoluto) fue el de mayor contaminación microbiana con 5 280 coliformes fecales por 100 g de fruto. De los tratamientos químicos evaluados los más eficientes en el control de la contaminación microbiana de esta hortaliza fueron: Hipoclorito de Sodio (HS) 20 ml-litro<sup>-1</sup> de agua por 20 y 25 minutos de inmersión (T9 y T10). A pesar de que fueron estadísticamente iguales ( $P \leq 0.05$ ) a los tratamientos mencionados, los tratamientos HS 20 ml-litro<sup>-1</sup> de agua con exposiciones de 15, 10 y 5 minutos (T8, T7 y T6), así como HS 10 ml-litro<sup>-1</sup> de agua con inmersiones de 10 y 15 minutos (T5 y T4) mostraron un menor efecto sobre el control de la contaminación por coliformes fecales. La evaluación del cloro residual en tomate de cáscara en el tratamiento de mayor concentración y tiempo de exposición (T10) indicó un valor inferior al 0.3 µg·g<sup>-1</sup>. La Agencia de Protección del Ambiente de los Estados Unidos recomienda que el cloro residual no debe exceder 1.0 µg·g<sup>-1</sup> (Gordon *et al.*, 1990). Existe información científica que el efecto del cloro residual en concentraciones mayores a la establecida como límite tiene propiedades toxicológicas; sin embargo, cuando se utiliza en concentraciones recomendadas, sus efectos se vuelven de menor riesgo para la población (Bernard *et al.*, 1990).

**CUADRO 3. Efecto del hipoclorito de sodio (HS) y microdyn sobre la sobrevivencia de coliformes fecales en frutos de tomate de cáscara.**

Número	Tratamiento	NMP de coliformes fecales por 100 g de fruto
T1	Testigo absoluto	5280 a <sup>2</sup>
T2	Microdyn 5 gotas por litro de agua x 15 min.	425 b
T3	HS 10 ml-litro <sup>-1</sup> de agua x 5 min.	419 b
T4	HS 10 ml-litro <sup>-1</sup> de agua x 10 min.	209 bc
T5	HS 10 ml-litro <sup>-1</sup> de agua x 15 min.	104 c
T6	HS 20 ml-litro <sup>-1</sup> de agua x 5 min.	49 c
T7	HS 20 ml-litro <sup>-1</sup> de agua x 10 min.	38 c
T8	HS 20 ml-litro <sup>-1</sup> de agua x 15 min.	35 c
T9	HS 20 ml-litro <sup>-1</sup> de agua x 20 min.	14 c
T10	HS 20 ml-litro <sup>-1</sup> de agua x 25 min.	0 c
DMS		282.5

<sup>2</sup> Valores con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

DMS = Diferencia mínima significativa.

## CONCLUSIONES

Los máximos rendimientos 12 906 kg·ha<sup>-1</sup>; 11 234 y 10 319 kg·ha<sup>-1</sup> en el cultivo de tomate de cáscara variedad Rendidora se lograron al emplear niveles de humedad aprovechable de 80, 60 y 40%, respectivamente.

Los valores mas altos de crecimiento y tasa absoluta de crecimiento se obtienen cuando el cultivo se riega con los niveles más altos de humedad aprovechable (60 y 80%).

Se cuantificaron en frutos altos niveles de coliformes fecales en frutos (9 400 NMP por 100 g) y se detectó la presencia de menos de un huevecillo de helmintos por fruto.

La aplicación de 6 t·ha<sup>-1</sup> de gallinaza + soya incorporada como abono verde adicionales a la fertilización química incrementaron en un 29.4% el rendimiento de tomate de cáscara, respecto a la fertilización química sola.

La contaminación de frutos por coliformes fecales se redujo en 100% con inmersiones de hipoclorito de sodio (20 ml-litro<sup>-1</sup> agua x 25 min), sin poner en riesgo la salud de la población, ya que el cloro residual fue inferior a los niveles críticos recomendados.

Aunque se detectaron aisladamente huevecillos de helmintos, estos pueden ser eliminados cuando el ama de casa elimina la bolsa del fruto para su preparación; sin embargo, medidas higiénicas del lavado de frutos juegan un papel importante para su eliminación total.

Empleando las metodologías estudiadas, es posible producir tomate de cáscara con un riesgo mínimo de contaminación microbiana.

## LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 1981. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. SARH-DGEA. México.
- ANÓNIMO. 1982. Ciclos de cultivos: diagrama de las principales especies vegetales con las cuales se efectúan investigaciones agrícolas en México. SARH-INIA. México.
- ANÓNIMO. 1988. Guía para la asistencia técnica agrícola. Campo Agrícola Experimental de Zacatepec, Mor. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. SARH-INIA. México.
- ANÓNIMO. 1988. SAS/STAT User' Guide. Release 6.03. edition, Cary, N.C. USA. 1028 p.
- ANÓNIMO. 1989. Standard methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association 17<sup>th</sup> edition. Washington, D.C., USA. pp. 458-462; 849-916.
- ANÓNIMO. 1990. Mapa mundial de suelos. FAO-UNESCO. Carballa T.; Macías F.; Díaz F.; Carballa M.; Fernández U.J.A. (Trads). Santiago de Compostela, España. pp. 80-81.

- ANÓNIMO. 1993. Situación de la contaminación del agua en el Estado de Morelos. Coordinadora de Tecnología CNA-IMTA. Hidráulica Industrial. 47 p.
- BERNARD, D.F.; MERRILL, R.; ROBINSON, M. 1990. Comparative subchronic toxicity studies of three disinfectants. *Research and Technology* 82: 61-69.
- CALDERON, B.J.L. 1991. El programa de agua limpia y el manejo de aguas residuales. Memoria del Taller Agua y Desarrollo Agrícola Sostenido. SARH- CNA. Cd. Obregón, Son. México.
- CROW, W.T.; GUERTAL, E.A.; RODRIGUEZ, K.R. 1995. The use of green manures for control of Meloidogine (root-knot) nematodes in Alabama. Annual Meeting Southern Branch of American Society of Agronomy. Auburn University. New Orleans, Louisiana. Southern Branch Abstracts. p. 9.
- GARCIA, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. Cuarta edición. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F., México.
- GIDEON, O.; DE MALACH, Y.; HOOFMAN, Z.; MANOR, Y. 1991. Effluent reuse by trickle irrigation. *Water Science Technology* 24: 103-108.
- GORDON, G.B.; SLOOTMAEKERS, B.; TACHIYASHIKI, S.; WOOD, D.W. 1990. Minimizing chlorite ion and chlorate ion in water treated with chlorine dioxide. *Research and Technology* 82: 160-165.
- HUNT, R. 1982. Plant Growth curves. The Functional Approach to Plant Growth Analysis. Ed. Edward Arnold. London, Great Britain. pp. 143-144.
- JAIME, H.M.A. 1997. Efecto de la inoculación de *Physalis ixocarpa* Brot. (Tomate de cáscara) con hongos endomicorrizicos arbusculares en un suelo calcimagnésico del Estado de Morelos, bajo condiciones de invernadero y campo. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.
- MONDAL, F.M.; BRESTER, J.L.; MORRIS, G.E.L.; BUTLER, H.A. 1986. Bulb development in onion (*Allium cepa* L.) III. Effects of the size of adjacent plants, shading by neutral and leaf filters, irrigation and nitrogen regime and the relationship between the far-red spectral ratio in the canopy and leaf area index. *Annals of Botany* 58: 207-219.
- PALACIOS, V.E.; MARTINEZ G., A. 1978. Respuesta de los cultivos a diferentes niveles de humedad del suelo: un enfoque metodológico de investigación. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 149 p.
- THATCHER, S.F.; CRARK, D.S. 1973. Análisis Microbiológico de los Alimentos. Acribia. Barcelona, España. 271 p.
- VAZ DA COSTA, V.M.S.; MARA, D.D.; VARGAS, C.L. 1991. Residual faecal contamination on effluent irrigated lettuces. *Water Science Technology* 24: 89-94.
- ZAVALETA, M.E. 1985. Las bacterias como agentes de control biológico de nemátodos fitopatógenos. *In*. Fitonematología Avanzada I. Marban M., N.; I. Thomason J. (Comp.). Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. pp. 195-214.