

Efecto de cuatro láminas de riego y *Meloidogyne* spp. sobre características agronómicas y de rendimiento de tomate de mesa *Solanum lycopersicum* L.

Dídimo Alexander Mendoza Intriago\*

Fanny Rodríguez Jarama\*\*

Edisson Cuenca Cuenca\*\*\*

Rubén Rivera Fernández\*\*\*\*

Bernardo Navarrete Cedeño\*\*\*\*\*

Ernesto Cañarte Bermúdez\*\*\*\*\*

RESUMEN

Este estudio consistió en evaluar cuatro láminas de riego (60, 80, 100 y 120 % de la evapotranspiración) y el nematodo *Meloidogyne* spp. (150 juveniles por 100g de suelo), sobre tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero. El experimento se montó en un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial, compuesto de 8 tratamientos y 6 repeticiones. Se evaluaron variables agronómicas y de población de nematodos. Los resultados muestran que las láminas de riego no tuvieron influencia sobre las variables agronómicas. Sin embargo, la presencia de poblaciones conocidas del nematodo *Meloidogyne* spp., si tuvieron un efecto sobre el cultivo, reduciendo significativamente, la altura de las plantas inoculadas, además de provocar un retraso significativo de la floración y disminuir significativamente el número de racimos florales así como el rendimiento en tomate de mesa. El aumento de la población de nematodos en raíces estuvo influenciada por el incremento de láminas de agua en el suelo.

PALABRAS CLAVE: Evapotranspiración, Solanaceae, humedad, nematodos, rendimiento.

\*Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ciencias Agropecuarias, ciudadela universitaria - vía San Mateo, Manta-Manabí-Ecuador. Correo electrónico: lexmendozai@hotmail.com

\*\*Universidad Agraria del Ecuador. Avenida 25 de Julio, Guayaquil-Guayas-Ecuador. \*\*\*Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica. Departamento de Ciencias Agronómicas, Km 13 1/2 vía Portoviejo-Santa Ana, Santa Ana-Manabí-Ecuador. \*\*\*\*Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, Avenida Eloy Alfaro y Malecón, Chone-Manabí-Ecuador.

\*\*\*\*\*Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Portoviejo, Km 12 1/2 vía Portoviejo-Santa Ana, Portoviejo-Manabí-Ecuador.

Recibido: 02/07/2018

Aceptado: 10/10/2018

Effect of four irrigation regimes and *Meloidogyne* spp. upon agronomic and yield features of table tomato *Solanum lycopersicum* L.

#### ABSTRACT

This study consisted of evaluating four irrigation regimes (60, 80, 100 and 120 % of the Evapotranspiration) and *Meloidogyne* spp.(150 juveniles per 100f of soil) upon tomato (*Solanum lycopersicum* L) in greenhouse. A completely randomized factorial design was applied, consisting of 8 treatments and 6 repetitions. Agronomic and nematode population variables were evaluated. The results show that the irrigation sheets had no influence on the agronomic variables evaluated. However, the presence of known populations of the nematode *Meloidogyne* spp. did have an effect on the crop, significantly reducing the height of the inoculated plants, causing a significant delay in flowering and significantly reducing the number of flower clusters as well as the yield. The increase in the population of the root nematode population was influenced by the increase of water in the soil.

PALABRAS CLAVE: Evapotranspiration, Solanacea, humidity, nematodes, yield.

#### Introducción

La producción de tomate riñón *Solanum lycopersicum* L. en el Ecuador se realiza en varias provincias. En el año 2011 la región costa tuvo una producción de aproximadamente 21.500 TM, que representó el 56% de la producción nacional, la región interandina obtuvo 16.300 TM con el 43% y el oriente obtuvo 550 TM que representa el 1%. La producción del tomate riñón en la región costa está básicamente centrada en tres provincias: Guayas, Manabí y El Oro; en la sierra se produce principalmente en las provincias de Imbabura, Loja, Azuay, Carchi, Cañar, Chimborazo y Pichincha (Chaca y Suárez, 2014).

La producción de tomate se ve afectada por varios factores entre ellos problemas fitosanitarios, siendo el nematodo fitoparásito *Meloidogyne* sp. uno de los

patógenos más nocivos a nivel mundial, debido a que afecta severamente las raíces de este cultivo (Sikora y Fernández, 2005; Bhattarai et al., 2008). Se caracteriza por tener un hábito alimenticio polífago con un amplio rango de hospederos especialmente en países tropicales y subtropicales (Sikora y Fernández, 2005; Moens et al., 2009). Esto ha hecho que sea considerado el nematodo fitoparásito de mayor importancia económica en la agricultura.

El síntoma característico de este nematodo es la formación de agallas o nódulos en la raíces provocados por la hipertrofia e hiperplasia que ocurre en las células cuando el nematodo inyecta las enzimas, esto provoca en la planta diferentes grados de achaparramiento, falta de vigor, deficiencias nutricionales, marchitamiento (Shurtleff y Averre III, 2000; Zaqui et al., 2001). Estas afectaciones generan pérdidas a nivel mundial que se estima superan los \$US 100 billones (Bird y Kaloshian, 2003), siendo más de la mitad de estas pérdidas atribuidas a *Meloidogyne* sp. (Bent et al., 2008).

En el cultivo del tomate, *Meloidogyne* spp. es muy importante por su rápida expansión, alta frecuencia de infestación y capacidad para reducir el rendimiento hasta en un 68% (Esparrago y Navas, 1995; Chindo y Khan, 1988; Adesiyani et al., 1990). Los daños causados no solo reducen el número de frutos del cultivo, sino que también afecta la calidad de los mismos impactando de esta forma en sus precios (Sasser y Carter, 1982; Moens et al., 2009).

Según (Triviño, 2007), en Ecuador el género *Meloidogyne* está representado por cinco especies. Las hortalizas se encuentran entre los cultivos más afectados por nematodos. En el cultivo de tomate se reportan especies como *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. hapla* y *M. arenaria*. Este género está ampliamente distribuido en las cuatro

regiones del país, siendo *M. incognita* raza 1, identificado como el de mayor distribución. Por otro lado, la ocurrencia simultánea de cultivos hortícolas mostrando o sin mostrar agallas puede ser un indicativo de la presencia de razas fisiológicas de *M. incognita* o de otras especies del mismo género (Velásquez, 2001).

Los nematodos son activos en suelos con niveles de humedad del 40-60% de la capacidad de campo. En suelos secos ocurre una drástica reducción del número de huevos y juveniles y en condiciones de excesiva humedad se reduce la eclosión de los huevos, así como el metabolismo, movimiento e infestividad de los juveniles, crecimiento y reproducción de las hembras (Van Gundy, 1985).

Existe una correlación positiva entre las poblaciones de nematodos y la humedad del suelo; sin embargo, esto no siempre ha sido corroborado. Estos parásitos causan trastornos fisiológicos en las plantas, como disminución de la conductancia estomática y otros parámetros asociados con la relación agua-planta, lo que posteriormente conlleva a pérdidas en la producción (Julca et al., 2001).

La dinámica poblacional de estos microorganismos depende del agua del suelo (Freckman et al., 1987, Citado por Julca et al., 2001) y la fluctuación de la humedad del suelo, debido a la lluvia o al agua de riego; es uno de los principales factores que influyen en el aumento de las poblaciones de nematodos. Por el contrario, cuando el suelo está seco, puede disminuir el número de nematodos, entre ellos (*Criconemoides xenoplax*), el nematodo daga (*Xiphinema americanum*), de los nematodos formadores de quistes y de los que provocan nódulos radiculares (National Academy of Sciences, 1986. Citado por Julca et al., 2001).

(Marouelli et al., 1991) evaluaron el efecto de seis láminas de riego sobre la reproducción de *M. incognita* y el rendimiento de ocho cultivares de guisantes,

determinando, que el uso racional del volumen de agua, contribuyó en la disminución de las poblaciones del nematodo agallador, sin pérdida significativa en el rendimiento. (Ribeiro et al., 2009), determinó que en banano, el número de juveniles del segundo estadio de *M. javanica* se incrementó con el aumento de la irrigación. Sin embargo, no afectó el número de días a la floración y a la cosecha. Varios estudios demuestran que los niveles de riego, utilizando diferentes láminas de agua, afectan la tasa de reproducción de *Meloidogyne* spp. en el cultivo de tomate, así como la reacción de la resistencia de la planta a los nematodos (Charchar et al., 2005).

En el Litoral ecuatoriano, se ha determinado la presencia y ataque de estos nematodos en diferentes áreas agrícolas, mostrando gran dinamismo, al presentar altas poblaciones en suelo y raíces, causando pérdidas de importancia económica, en cultivos hortícolas con condiciones propicias de humedad. La importancia de este estudio, se basa en establecer la relación entre las poblaciones de nematodos con la humedad del suelo y su efecto en el desarrollo del cultivo de tomate. Con estos antecedentes, se planteó la presente investigación que tuvo como objetivo: Evaluar el efecto de cuatro láminas de riego (60%, 80%, 100% y 120% de la ETc) y el nematodo *Meloidogyne* spp. sobre el desarrollo y productividad de tomate bajo condiciones de invernadero.

## 1. Materiales y métodos

### 1.1. Ubicación

El estudio se realizó en el año 2015 y fue ejecutado en invernadero, exponiendo el cultivo a condiciones controladas de riego. Se ubicó en la Hacienda “La Teodomira” de la Universidad Técnica de Manabí, Santa Ana-Manabí-Ecuador, con una Latitud Geográfica de 01°09'51” S, Longitud Geográfica de 80°23'24” W y altitud de 60 msnm, temperatura anual de 25,90 °C, humedad relativa anual de 80%, precipitación anual

de 678,40 mm, heliofania anual de 1.604,0 horas y evaporación anual de 1.874,50 mm (INAMHI, 2014).

## 1.2. Cría y captura de nematodos

Tres meses antes de iniciar el experimento en invernadero, se colectó suelo de un campo altamente infestado con *Meloidogyne* spp, en el sitio Corre Agua-cantón Portoviejo-provincia Manabí, ubicado en las coordenadas geográficas S 00°50'42.5" y W 80°30'05.1" a una altitud de 10 msnm, este suelo se utilizó para la siembra de pimiento, cultivo altamente susceptible al ataque de *Meloidogyne* y posterior captura de sus masas de huevo, que se utilizaron en el estudio. Cinco días previos al establecimiento del experimento, se extrajeron las plantas de pimiento del suelo infestado y se las llevó hasta el laboratorio, donde se lavaron con agua corriente, teniendo la precaución de no perder masas de huevos. Una vez limpiadas las raíces, se procedió a capturar las masas de huevos de *Meloidogyne* spp, utilizando una pinza punta fina. Se depositaron en cajas de Petri conteniendo un pedazo de papel facial y una lámina de agua, se las dejó reposar por 48 horas hasta la eclosión de los huevos. Posteriormente, se recogió la solución agua-nematodos, para finalmente ser identificados y cuantificados a través de un microscopio.

## 1.3. Establecimiento del experimento

Primeramente, se realizó un análisis completo del suelo utilizado en el experimento para determinar su fertilidad, pH y conductividad eléctrica. Además de un análisis químico del agua de riego, con la finalidad de conocer el contenido de sodio y salinidad. Posteriormente, el suelo fue esterilizado en estufa a 180 °C por cuatro horas. Las plantas se obtuvieron de bandejas germinadoras a base de sustrato turba negra para germinación, sembrando semilla del híbrido de tomate de mesa Pietro. Para el estudio se utilizaron bolsas plásticas perforadas de 14,56 por 9,44 pulgadas y

en ellas se colocó 3,5 kg de suelo esterilizado. Las bolsas fueron colocadas a una distancia de 0,5 m x 2,0 m, dándoles un riego de pre siembra, hasta el punto de capacidad de campo. El trasplante, se realizó a los 20 días posteriores a la siembra, con plantas de cuatro hojas funcionales y una altura promedio de 15 cm.

Se estudiaron como factor A, cuatro láminas de riego (60, 80, 100 y 120% de la ETC) y factor B, poblaciones del segundo estadio (J2) de *Meloidogyne* spp. (150 J2 /100 g de suelo y cero nematodos), dando como resultado ocho tratamientos. Se utilizó el Diseño completamente al Azar en arreglo factorial AxB, con seis repeticiones. La unidad experimental estuvo conformada por una planta. Inmediatamente al trasplante, se inoculó 150 J2 por cada 100 g suelo en las plantas seleccionadas aleatoriamente con este tratamiento.

El tomate fue tutorado a los 30 días después del trasplante (ddt). Dadas las condiciones de ambiente semi-controlado, la incidencia de insectos-plaga fue reducida, reportándose tan sólo la presencia de la “negrita” del tomate *Prodidiplosis longifila* Gagné, para lo cual se realizaron controles semanales. Para el control de enfermedades fungosas, favorecidas por la alta frecuencia de riego, se realizaron aplicaciones quincenales con varias sustancias en rotación.

#### 1.4. Levantamiento de información

**Láminas de riego.**- Para evaluar las láminas de riego se empleó la ecuación 1, citada por (Aljaro, 1993):

$$NRD = EB * Kp * Kc * PS * AU \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde:

NRD = Necesidades netas de riego diario (litro/planta/día)

EB = Evaporación de la bandeja

$K_p$  = Coeficiente de la bandeja de evaporación

$K_c$  = Coeficiente del cultivo

$PS$  = Porcentaje de cobertura o sombreado (%)

$AU$  = Área asignada al cultivo o a la planta ( $m^2$ )

Para medir la evaporación diaria, dentro del invernadero, se instaló una bandeja de evaporación tipo A, las lecturas se hicieron por la mañana (7:00 am). Para saber la cantidad de agua evaporada, se restó la lectura del día con la registrada el día anterior. El Coeficiente de la bandeja de evaporación ( $K_p$ ), se determinó con base al valor promedio mensual de la velocidad del viento y humedad relativa de los últimos cinco años (INAMHI, 2014). El Coeficiente del cultivo ( $K_c$ ), representa la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo, el cual varía según las fases de cultivo (Campillo et al., 2009). El Porcentaje de cobertura o sombreado ( $PS$ ), es el valor de área foliar de la planta, valor que se corrigió por medio de la tabla de corrección de cobertura ( $K_r$ ) para obtener un valor confiable (Keller y Karmeli, 1975). El área asignada al cultivo o a la planta en  $m^2$  ( $AU$ ), se obtuvo de la multiplicación de la distancia entre planta por la distancia entre hilera.

No se aplicó lámina de agua adicional para el lavado de sales, ya que de acuerdo a los resultados del análisis de agua, este se encuentra en clasificación  $C1$  = agua de salinidad baja y  $S1$  = agua de contenido bajo de sodio (Olías et al., 2005).

Los riegos se proporcionaron diariamente por la mañana y tarde, utilizando el sistema de riego por goteo, para lo cual se empleó una bomba de agua eléctrica de 0,5 HP, medidor de Venturi de  $\frac{1}{2}$ ", tubería de polietileno de 16 mm, válvulas de 16 mm y goteros Netafim™ con caudal de 2 litros/hora.

El tiempo de riego se calculó con la ecuación 2 (Aljaro, 1993):

$$TR = NRD / (ne * qe) \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde:

TR = Tiempo de riego en horas

NRD = Necesidades netas de riego diarias (litro/planta/día)

ne = Número de emisores por planta

qe = Caudal de emisor en litros/hora

El total de agua por tratamiento fue el siguiente: Lámina del 60 % de la ETc = 128.26 L/planta, Lámina del 80 % de la ETc = 170.59 L/pl, Lámina del 100 % de la ETc = 212.98 L/pl y Lámina del 120 % de la ETc = 255.67 L/pl. Se ubicó un emisor por planta con un caudal de 2 litros/hora.

**Datos agronómicos y de rendimiento.**- A los 30 días después del trasplante, se registró la altura de planta en cm, desde la base del tallo hasta la inserción de la última hoja. Para los días a la floración, se consideró cuando la planta útil de cada unidad experimental, emitió su primera flor. Diez días después de la floración se contabilizó el número de racimos florales/planta. Finalmente, se evaluó el peso del fruto en estado de madurez fisiológica para cada unidad experimental y se lo expresó en kg/ha.

**Índice de agallamiento de *Meloidogyne* spp. en raíces.**- Al final del ensayo se evaluó el índice de agallamiento por cada tratamiento. Se utilizó la escala de Bridge y Page calificada del 0 al 10 (Bridge y Page, 1980).

**Volumen de raíces.**- Para esto se colocó 500 cm<sup>3</sup> de agua en un vaso de precipitación de 1000 cm<sup>3</sup>. Posteriormente, se sumergieron en el vaso, las raíces lavadas de tomate de cada unidad experimental. La diferencia del nivel de agua fue considerada como volumen de las raíces.

**Densidad longitud de la raíz.**- Se aplicó el Método Pared del Perfil, para lo cual se utilizó una grilla de medición, que consiste en una cuadrícula de 90 cm de ancho por 100 cm de longitud, constituida por cuadrados de 5 cm de lado. Se determinó la densidad longitud de raíz (DLR) expresada en cm de raíz/cm<sup>3</sup>de suelo, utilizando la ecuación 3. (Wilson y Valenzuela, 1998):

$$DLR [cm / cm^3] = (P \times N) / (A \times p) \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde:

DLR = *Densidad de longitud de raíz*

P = *Longitud de raíz. Para cada valor N corresponde 1 cm*

N = *Nº de raíces observadas en cada cuadro*

A = *Área observada en la grilla. Superficie del cuadrado = 25 cm<sup>2</sup>*

p = *Profundidad de penetración dentro de la pared de perfil = 1 cm*

**Densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en raíces.**- Para el procesamiento de las muestras, se aplicó la metodología de (Hopper et al., 2005) modificada por (Pino, 2010). Las raíces de cada planta útil se lavaron y cortaron en secciones de un centímetro, luego se mezclaron y pesaron 10 gramos de cada muestra. Estas se licuaron a velocidad baja durante 20 segundos en dos secciones, posteriormente se vaciaron sobre tres tamices números 60, 100 y 500 (250, 150 y 25 µm, respectivamente), colocados de arriba hacia abajo. El primero y segundo tamiz se lavó con una ducha de mano tipo teléfono por un minuto cada uno. El sedimento con los nematodos contenido en el tamiz # 500, se recogió en un vaso de precipitación y se aforó en 100 mL, para luego homogenizar la muestra con una bomba de aire. Se extrajeron alícuotas de 4 mL y se colocaron en cámaras contadoras, para finalmente cuantificar bajo un microscopio el número de *Meloidogyne* spp.

**Densidad poblacional de *Meloidogyne* spp. en suelo.-** Para la extracción de los nematodos del suelo se siguió la metodología de (Hopper et al., 2005) modificada por (Pino, 2010). Se tomó una muestra de 500 gramos por cada unidad experimental, se homogenizó y tomó 100 gramos de suelo, que se colocaron en dos platos de aluminio superpuesto. Sobre el plato con base, se ubicó otro plato calado y sobre este una malla y un papel facial; se adicionó agua común en el plato base y se dejó la muestra en incubación por 72 horas. Transcurrido este tiempo se eliminó el suelo y se colectó en un vaso de precipitación el contenido agua-nematodos, eliminando el agua excedente a 100 mL. Se homogenizó la muestra con una bomba de aire y se extrajeron alícuotas de 4 mL, que se colocaron en cámaras contadoras, donde se cuantificó el número de *Meloidogyne* spp. bajo un microscopio.

**Análisis estadístico.-** Los datos de cada variable, se sometieron a la prueba de Shapiro-Wilks para conocer si provenían de una distribución normal. Los datos fueron transformados, ninguna de las variables tuvo una distribución normal. Por tal motivo, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal y Wallis con k muestras (Steel y Torrie, 1988) al 5%. Para los análisis se empleó el Software estadístico InfoStat versión 1.0 (InfoStat, 2001).

## 2. Resultados y discusión

En el Cuadro 1, se observa que las láminas de riego no tuvieron influencia sobre las variables agronómicas evaluadas, esto indica que el menor volumen de agua aplicado (60% ETc), fue suficiente para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo de tomate bajo las condiciones de invernadero en las que se condujo este experimento, presentándose una evapotranspiración eficiente, sin ninguna restricción de agua en el suelo, lo cual se conoce como evapotranspiración del cultivo (ETc), que corresponde a la cantidad de agua que debe ser aportada al suelo, estacionalmente mediante lluvia o riego (Calvache, 2013). En este contexto, el sistema de riego por

goteo, permite un adecuado control de las condiciones de humedad del suelo y las necesidades hídricas de los cultivos (Cadena, 2012).

Por otro lado, como se ve en el Cuadro 1, la presencia de poblaciones conocidas del nematodo *Meloidogyne* spp., si tuvo un efecto sobre el cultivo, reduciendo significativamente, la altura de las plantas inoculadas ( $p < 0,0001$ ), además de provocar un retraso significativo de la floración ( $p < 0,0001$ ). Esta afectación coincide con resultados obtenidos por (Shurtleff y Averre III, 2000), quienes manifiestan que entre los síntomas del daño de *Meloidogyne* spp, están diferentes grados de enanismo y reducción del vigor, siendo mencionado este organismo como uno de los patógenos más nocivo del tomate a nivel mundial, debido al daño que ocasiona al sistema radicular de las plantas (Sikora y Fernández, 2005), presentando altos índices de agallamiento y presencia de nematodos a nivel de raíces y suelo. Esto se debe, muy posiblemente a que este nematodo presenta una rápida expansión y alta frecuencia de infestación (Esparrago y Navas, 1995; Chindo y Khan, 1988; Adesiyan et al., 1990), pudiéndose encontrar más de 1000 huevos en una masa (Mugnier, 1998). La inoculación de *Meloidogyne*, no influyó en el volumen y longitud de raíces ( $p = 0,338$  y  $p = 0,6232$ ).

El índice de agallamiento y población de nematodos en raíces y suelos, no fueron significativamente influenciadas por las distintas láminas de riego evaluadas. El tratamiento con más humedad (120% Etc) obtuvo los valores más altos en las tres variables. La inoculación de nematodos incrementó significativamente ( $< 0,001$ ) el índice de agallamiento y las poblaciones de *Meloidogyne* spp. en raíces y suelo (Cuadro 2).

Cuadro 1. Influencia de láminas de riego en suelo infestado con *Meloidogyne* spp. sobre variables agronómicas en tomate de mesa. Santa Ana, Manabí. 2015.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Días a la Floración	Volumen de raíces	Densidad longitudinal de raíces
Láminas de riego % ETC				
60	30,08	20,00	25,00	6,39
80	32,92	22,08	27,50	4,92
100	28,54	22,58	22,50	5,04
120	30,25	21,00	27,08	4,14
H	0,36	0,62	1,55	1,76
P	0,95	0,88	0,66	0,62
Inoculación				
Con				
Nematodos	20,31 b	24,42 b	21,46	4,28
Sin Nematodos	40,58 a	18,42 a	29,58	5,97
H	20,23	19,72	7,79	11,53
P	<0,0001	<0,0001	0,3338	0,6232

Cuadro 2. Influencia de láminas de riego en suelo infestado con *Meloidogyne* spp. sobre el índice de agallamiento y poblaciones de nematodos en tomate de mesa. Santa Ana, Manabí. 2015.

Tratamientos	Índice de agallamiento	Densidad poblacional de <i>Meloidogyne</i> spp.	
		en 10 g raíces	en 100 g suelo
Láminas de riego %			
ETc			
60	0,50	29,17	1039,58
80	0,58	39,58	1548,83
100	0,67	62,50	1420,83
120	0,83	75,00	1804,17
H	0,54	0,96	0,55
P	0,89	0,78	0,89
Inoculación			
Con Nematodos	1,29 a	103,13 a	2906,71 a
Sin Nematodos	0,00 b	0,00 b	0,00 b
H	36,34	40,52	228,71
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001

El Cuadro 3, muestra que las láminas de riego usadas en este estudio, no influyeron sobre el número de racimos florales y el rendimiento de tomate, pero si lo hizo la población (inoculación) del nematodo *Meloidogyne* spp. ( $p=0,0001$ ), estos resultados concuerdan con los reportados por (Bent et al., 2008). Además (Esparrago y Navas, 1995; Chindo y Khan, 1988; Adesiyani et al., 1990), quienes mencionan que en este cultivo, *Meloidogyne* spp. reduce los rendimientos hasta en un 68%. Los daños causados no solo disminuyen el número de frutos del cultivo, sino que también afecta

la calidad de los mismos impactando de esta forma en sus precios (Sasser y Carter, 1982; Moens et al., 2009).

Cuadro 3. Influencia de láminas de riego en suelo infestado con *Meloidogyne* spp. sobre el número de racimos florales y rendimiento (kg/ha) en tomate de mesa. Santa Ana, Manabí. 2015.

Tratamientos	Nº. de racimos	
	florales	Rendimiento (kg/ha)
Láminas de riego, % ETc		
60	2,42	10201
80	2,25	11083
100	2,17	15921
120	1,83	19717
H	1,66	0,07
P	0,61	1,00,
Inoculación		
Con Nematodos	1,29 a	4140 a
Sin Nematodos	3,04 b	24321 b
H	27,49	44,83
P	0,0001	<0,0001

Los análisis de correlación y regresión entre la densidad poblacional de nematodos (variable independiente) y las láminas de agua (variable dependiente), demuestran la influencia significativa y positiva de las láminas de agua sobre las poblaciones de *Meloidogyne* en raíces ( $y = 0,8021x - 20,625$   $R^2 = 0,9792^*$ ), más no en suelo ( $y = 10,829x + 478,77$   $R^2 = 0,7703ns$ ) (Figuras 1 y 2). Es posible que esta respuesta positiva de las poblaciones de nematodos en raíces al incremento del contenido de agua en el suelo, esté asociado al hecho que esta variable es determinante en la tasa de

reproducción de *Meloidogyne* spp. en el cultivo de tomate, así como la reacción de la resistencia de la planta a los nematodos, tal como lo sostiene (Charchar et al., 2005).

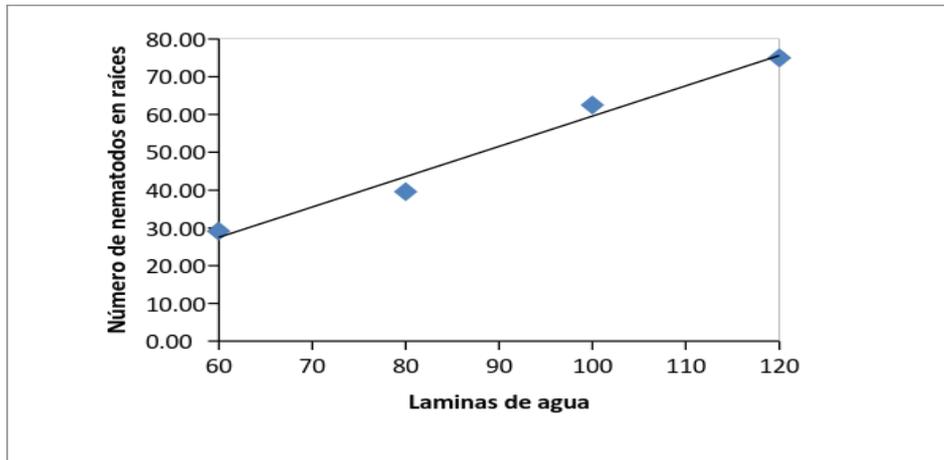


Figura 1. Relación entre láminas de riego y poblaciones de *Meloidogyne* spp. en raíces de tomate de mesa.

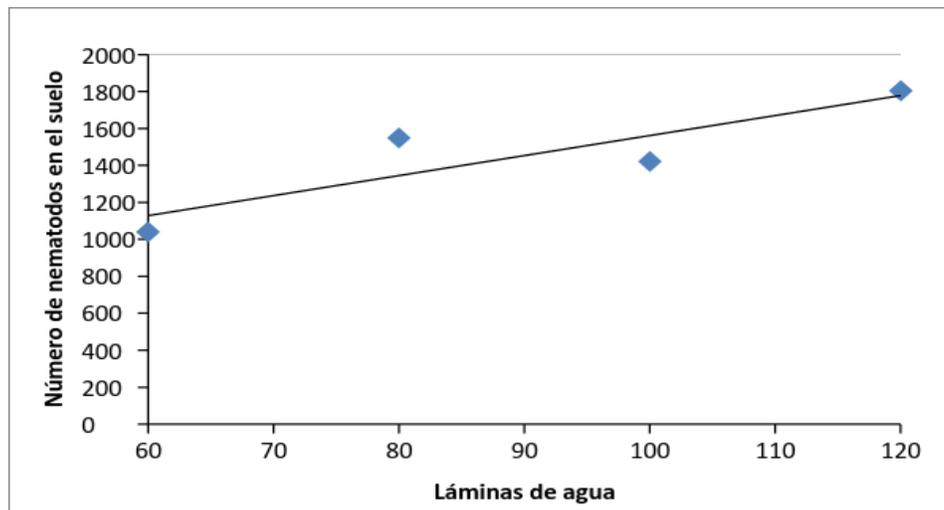


Figura 2. Relación entre láminas de riego y poblaciones de *Meloidogyne* pp. en suelo cultivado con tomate de mesa.

## Conclusiones

Las láminas de riego del 60, 80, 100 y 120 % de la ETc, no influyeron sobre las variables; altura de planta, días a la floración, volumen de raíces, densidad longitud de raíces, número de racimos florales y rendimiento en el cultivo de tomate.

La presencia del nematodo agallador de las raíces *Meloidogyne* spp. afectó el crecimiento del tomate, por lo que disminuyó significativamente la altura de la planta, el número de racimos florales y el rendimiento del cultivo.

Las cuatro láminas de agua investigadas, no influyeron en el índice de agallamiento y en la población de *Meloidogyne* spp. en raíces y suelos.

## Agradecimiento

Los autores dejamos constancia de nuestro agradecimiento a la Dra. Carmen Triviño Gilces por la confirmación del género en estudio *Meloidogyne* spp. y su colaboración en las observaciones realizadas al escrito.

## Referencias

Aljaro, A. (1993). «Producción de hortalizas protegidas bajo plástico.» Santiago de Chile, 1993.

Adesiyani SO, Caveness FE, Adeniji MO, Fawole B (1990). Nematode Pests of tropical crops. Heinemann Educational Books (Nigeria) Ltd., p. 114.

Bhattarai, KK, y otros (2008). «Tomato susceptibility to root-knot nematodes requires an intact jasmonic acid signaling pathway. Mol. Plant-Microbe Interact.» 2008.

Bent, E, A Loffredo, MV McKenry, JO Becker, y J. Borneman (2008). «Detection and investigation of soil biological activity against *Meloidogyne incognita*.» J. Nematol. 40, 2008.

Bridge, J. and Page, S.L.J. (1980). Estimation of root-knot Nematode infestation levels on roots using a rating chart. Tropical Pest Management 26: 296-298.

Bird DM, Kaloshian I. (2003). Are roots special? Nematodes have their say. Physiological and Molecular Plant Pathology. 2003;62:115-123.

Cadena, V.H. (2012). «Hablemos de riego.» Ibarra, Ecuador.: Creadores gráficos., Enero. de 2012.

Calvache, M. (2013). «Riego andino tecnificado.» Quito, EC.: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas., 2013.

Campillo, C., M. Moñino, J. Pérez, y J. Picón (2009). «Necesidades hídricas y estrategias de riego en los principales cultivos de regadío. » 2009.

Chaca, T., Suarez, D. (2014). Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa de producción y comercialización de tomate riñón a través de la utilización de abono orgánico, ubicado en la comunidad de el Guadual parroquia la carolina cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Universidad Técnica del Norte, Imbabura, Ecuador. Recuperado el 7 de septiembre del 2016 de:<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3009/1/02%20ICO%20378%20TESIS.pdf>.

Charchar, J. M., W., Marouelli, L.B. Giordano, y FAS. Aragon (2005). «Reproducción de *Meloidogyne incognita* raza 1 y la productividad de los cultivares de arveja en diferentes profundidades del agua.» Brasilia: Brasileña de Investigación Agropecuaria, 2005.

Chindo, PS; Khan, FA. (1988). Relationship between initial population densities of *Meloidogyne incognita* race 1 and growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Pak J. Nematol. 6(2):93-100.

Esparrago, RMG, y A. Navas (1995). «Nematofauna fitoparásita asociada a cultivos hortícolas y tabaco en regadíos de Extremadura.» Bol. San. Veg. Plagas 21, 1995.

Freckman, D. W., W. G. Whitford, and Y. Steinberger (1987). Effect of irrigation on nematode population dynamics and activity in desert soils. Bio. Fert. Soil, 33-10.

Hopper, DJ; Hallmann, J; Subbotin, SA. (2005). Methods for extraction, processing and detection of plant and soil nematodes. In Luc, M; Sikora, RA; Bridge, J. eds. Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. 2 ed. CABI, UK. p. 53-86.

INAMHI (2014). Instituto Nacional Meteorológico e Hidrológico. La teodomira, Manabí, Ecuador.

InfoStat (2001). Software Estadístico, versión 1.0. Manual del usuario. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. 241p. infostat@agro.uncor.edu.

Julca, A., E. Gallegos, J. Sánchez, y P. Cordovilla (2001). «Agua y nemátodos parásitos de las plantas.» *Riego y fertirrigación*. Almería: Revista Horticultura, Julio de 2001.

Keller, J y Karmeli, D. (1975). Trickle irrigation design. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation. California. 133 p. Recuperado el 13 de Febrero del 2017: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/encuen/wilson.pdf>.

Marouelli, W. A., L.B. Giordano, C. A. S. Oliveira, y O.A. Carrijo (1991). «Desarrollo, producción y calidad de guisante bajo diferentes tensiones de agua del suelo.» Revista Brasileña de Investigación Agropecuaria., 1991.

Moens, M, RN Perry, y JL. Starr (2009). «Meloïdogyne species – a diverse group of novel and important plant parasites.» Wallingford, UK.: CAB International, 2009.

Mugnier, J. (1998). «Transport of the Nematicide Oxamyl in Roots Transformed With *Agrobacterium rhizogenes*.» *Journal of Nematology*. 1998.

Olías, M., Cerón, J., Fernández, I. (2005). Sobre la utilización de la clasificación de las aguas de riego del U.S. Laboratory Salinity (USLS). *Geogaceta*. 11-113.

Pino, V.E. (2010). Efecto de extractos vegetales en la reducción poblacional de *Meloidogyne* sp. Ingeniera Agropecuaria. Tesis Ing. Agropecuaria, Fac. de Ciencias Agrop., Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador.

Ribeiro, Regina Cassia Ferreira, Costa, Cristiane Correa, Xavier, Adelica Aparecida, y otros (2009). «Efecto de diferentes niveles de riego en la población de *Meloidogyne javanica* y productividad del banano.» *Gerais 1 Minas del Norte*, 2009.

Sasser, JN; Carter, CC. (1982). Overview of the international *Meloidogyne* project rational, goals, implementation and progress to date. Proceeding of Conference on Root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. (Region III). Brasillia, Brazil. p. 3-13.

Sciences, National Academy of. (1986). «Regulating pesticides in foods: The Delaney paradox.» Washington: National Academy press, 1986.

Sikora, RA, y E. Fernández (2005). «Nematode parasites of vegetables. In Luc, M; Sikora, RA; Bridge, J. eds. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*.» Wallingford, UK: CABI Publishing.

Steel, R and Torrie J. (1988). *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. Segunda Edición. México 622p.

Shurtleff, MC, y CW. Averre III (2000). «Diagnosing plant diseases caused by nematodes.» Paul, Minnesota, USA.: The American Phytopathological Society., 2000.

Triviño, C. (2007). «Los Nemátodos del Arroz y su Control.» *Boletín Divulgativo* N° 241. Quito.

Van Gundy, S. D. (1985). "Ecology of *Meloidogyne* spp.-Emphasis on enviromental factors affecting survival and pathogenicity". En: *An Advanced Treatise on*

*Meloidogyne, Volume 1: Biology and Control* (Sasser, J. N. y Carter, C. C. Eds). North Carolina State University Press, Raleigh, NC. Chapter: 15: 178-182, 1985.

Velásquez Valle, R. (2001). «Nematodos agalladores afectando hortalizas y otros cultivos en el norte centro de México.» *Revista Mexicana de Fitopatología*, vol. 19, núm. 1, enero-junio, 2001, pp. 107- 109 2001. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61219117>.

Wilson, M., Valenzuela, O. (1998). Evaluación del sistema radical del cultivo de trigo mediante dos métodos de medición. *Rev. Científica Agropecuaria* 2: 29-35.

Zaki, A, ZA Siddiqui, A Iqbal, y I. Mahmood (2001). «Effects of *Pseudomonas fluorescens* and fertilizers on the reproduction of *Meloidogyne incognita* and growth of tomato. » *Applied Soil Ecology* 16, 2001.