

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
INGENIERÍA AGRONÓMICA EN CULTIVOS TROPICALES

**EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE ARREGLOS TOPOLÓGICOS EN LA
PRODUCCIÓN DEL CULTIVAR DE TOMATE 'IDIAP T-8' (*Solanum
lycopersicum*) PARA PROCESAMIENTO INDUSTRIAL.**

ESTUDIANTE:

LARISELL DAYANA MONTENEGRO BATISTA

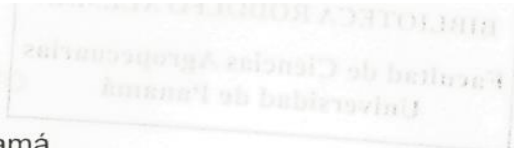
6-718-917

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2019

AGRADECIMIENTO



Universidad de Panamá

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Nombre del Estudiante: Larisell D. Montenegro Batista.

Cédula: 6-718-917

Escuela: Ciencias Agrícolas

Título del Trabajo

EVALUACIONES DE LOS EFECTOS DE ARREGLO TOPOLÓGICOS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVAR DE TOMATE "IDIAP T-8" (*Solanum lycopersicum*) PARA PROCESAMIENTO INDUSTRIAL.

Miembros del Comité:




Ph.D. José E. Villarreal.

Asesor



Ing. Simón Vásquez.

Jurado



Ing. Waldo Espinosa.

Jurado

AGRADECIMIENTO

Ante todo agradezco a Dios, por darme la oportunidad de culminar mis estudios universitarios y a mis padres que han sido el soporte principal para alcanzar la anhelada meta.

Al Instituto de investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación de grado.

Al ingeniero José A Guerra por su colaboración en la parte técnica (campo).

Al Doctor José E Villarreal por su colaboración incondicional como director de este trabajo de grado.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo fruto de mi esfuerzo y dedicación a mis respetados padres: Eduardo Montenegro y Vanessa Batista, y a mi hermano Eduardo Montenegro Batista quienes con la ayuda de Dios, mucho esfuerzo y sacrificio me brindaron todo para formarme en la profesional que hoy soy.

A quienes en estos momentos no se encuentran conmigo y sé que desde donde se encuentren son mi guía espiritual.

RESUMEN

La investigación se realizó entre los meses de diciembre de 2017 y marzo 2018 en la Estación Experimental El Ejido ubicada en el distrito de Los Santos, Panamá. La misma tuvo como objetivos de determinar el efecto de los arreglos topológicos en la incidencia de enfermedades y producción del cultivar de tomate 'IDIAP T-8' para mejorar la competitividad del sistema de producción de tomate industrial de Panamá.

Se evaluaron seis (6) tratamientos en un experimento factorial 2 x 3 arreglados en fajas en un diseño de Bloques Completos al Azar con tres (3) repeticiones. La unidad experimental constó de tres surcos de cinco metros de longitud, tomando como parcela efectiva el surco central. El Factor A se refiere a las dos distancia entre surcos: 1.50 y 1.70 m y el Factor B, a las tres distancias entre plantas: 0.20, 0.30 y 0.40 m. Los datos obtenidos fueron sometidos un análisis de varianza y se realizó la comparación de medias por medio de la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Las variables de respuesta fueron las siguientes: incidencia de virosis en porcentaje, mortalidad de plantas causadas por hongos y por bacterias en suelo en porcentaje, cobertura de planta con respecto al ancho del surco, frutos por planta y rendimiento en kilogramos por hectárea.

Para la variable incidencia de virosis indicó diferencia estadística altamente significativa entre los arreglos a los 15 días después del trasplante (DDT), con una probabilidad de 0.0031. La separación de las medias mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan mostró que la mayor incidencia de virosis ocurrió en el distanciamiento de 0.30 m entre plantas que tuvo un valor de 4,4% y a 0,40 m con 4,8%, iguales estadísticamente. La menor incidencia (2,7%), se observó en la distancia 0.20 m entre plantas. A los 30 DDT el análisis mostró diferenciación estadística altamente significativa entre los arreglos con una probabilidad de 0.0031, sin interacción estadística entre los arreglos y la distancia. Igualmente a los 45 DDT, se detectó diferencia estadística altamente significativa entre los arreglos ($P=0.0031$), no obstante, en el análisis no se encontró interacción entre los arreglos y la distancia. En las siguientes fechas de muestreo, la incidencia de virosis se mantuvo más baja en el arreglo de 0.20 m.

La mortalidad de plantas causada por patógenos del suelo, se debió principalmente a *Fusarium* sp y *Erwinia* sp. El análisis a los 30 y 45 DDT para esta variable no indicó diferencia estadística para distancia, pero si para arreglo donde manifestó la variabilidad con probabilidades de 0.0328 y 0.0138 en el orden respectivo. Con la prueba de separación de medias de Rangos Múltiples de

Duncan, se pudo verificar diferencias estadísticas entre el arreglo de 0.20 metros entre plantas y los que estaban a 0.30 y 40 m; sin que se diferenciaron estadísticamente estos dos últimos. La mayor mortalidad de plantas sucedió en el arreglo a 0.20 m con 20.8 y 24.0%.

En el análisis estadístico no se reveló diferencia significativa para la variable cobertura foliar de la planta con respecto al ancho de la cama o surco a los 45 DDT. Ni tampoco hubo interacción entre los factores arreglo y distancia.

Para la variable frutos por planta en el análisis estadístico se comprobó que hubo diferencia estadística altamente significativa entre los arreglos con una probabilidad de 0,0001, sin interacción entre los arreglos y la distancia. En esta dirección, se determinó que uno de los factores: los arreglos, tuvo efecto estadísticamente significativo en rendimiento del cultivar 'IDIAP T-8' ($P < 0,05$). Las distancia de 1,50 y 1,70 m influyeron en esta variable. El análisis tampoco indicó interacción entre la distancia y los arreglos.

Los mayores rendimientos se alcanzaron, de acuerdo a la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, se obtuvieron con los arreglos de 0,20 y 0,40 m entre plantas con 71910,3 y 77390,3 kilogramos por hectárea respectivamente, sin diferir estadísticamente entre ellos, pero disímiles a 0.30 m entre plantas con 56808,8

Con poblaciones superiores a la 66000 plantas por hectárea, el cultivo de tomate es menos afectado por la virosis, sin embargo, pueden desarrollarse más fácilmente los hongos y bacterias del suelo, principalmente *Fusarium* sp y *Erwinia* sp.

Con el arreglo de 0.40 m entre plantas, se obtuvo la mayor cantidad de frutos por planta y el mayor rendimiento con el cultivar de tomate 'IDIAP T-8'.

La distancia de 0.40 m entre plantas y 1.70 m entre surco, considerando la cobertura foliar de la planta con respecto al ancho de la cama o surco, la mortalidad de plantas, el rendimiento en frutos por planta y kilogramos por hectárea, es la más adecuada para ser utilizada en el sistema de producción de tomate a campo abierto con el cultivar 'IDIAP T-8'.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
RESUMEN.....	V
INDICE DE CONTENIDO.....	IX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Origen, Generalidades y Descripción Botánica.....	3
2.1.1 Origen.....	3
2.1.2 Generalidades.....	3
2.1.3 Descripción botánica.....	4
2.1.3.1 Raíz.....	5
2.1.3.2 Tallo.....	5
2.1.3.3 Hojas.....	6
2.1.3.4 Flores.....	6
2.1.3.5 Frutos.....	6
2.2 Etapas fenológicas del tomate.....	7
2.2.1 Plántula.....	7
2.2.2 Vegetativa.....	8
2.2.3 Reproductiva.....	8
2.3 Requerimientos edafoclimáticos.....	8
2.3.1 Clima.....	8

2.3.2 Luz y Fotoperiodo.....	9
2.3.3 Suelo.....	10
2.4 Insectos plagas y enfermedades más importantes del tomate.....	11
2.4.1 Insectos plagas más importantes.....	11
2.4.1.1 Gusanos del fruto (<i>Helicoverpa zea</i> y <i>Heliothis virescens</i> (Fabricius) (Lepidóptera: Noctuidae).....	11
2.4.1.2 Gusano de fruto o Langosta (<i>Spodoptera spp.</i>) (Lepidóptera: Noctuidae).....	12
2.4.1.3 Mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius). (Hemíptera: Aleyrodidae).....	12
2.4.2 Enfermedades más importantes del tomate.....	14
2.4.2.1 Enfermedades causadas por hongos.....	14
2.4.2.1.1 <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (Sacc.) Snyder et Hansen.....	14
2.4.2.1.2 <i>Phytium</i> spp. , <i>Phytophthora</i> sp., <i>Rhizoctonia</i> spp.....	15
2.4.2.1.3 <i>Alternaria solani</i> (Ellis et Martin) Soraver.....	15
2.4.2.1.4 <i>Stemphylium solani</i> Weber.....	16
2.4.2.1.5 <i>Corynespora cassicola</i> (Berkeley et Curtis) Wei.....	16
2.4.2.2 Enfermedades bacterianas más importantes.....	17
2.4.2.2.1 <i>Ralstonia solanacearum</i> (<i>Pseudomonas</i> <i>solanacearum</i>) (Smith).....	17
2.4.2.2.2 <i>Erwinia carotovora</i> subesp <i>carotovora</i>	17
2.4.2.2.3 <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> (Doidge)	

Dye.....	18
2.5 Distancias y arreglos topológicos del tomate.....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1 LISTADO DE MATERIALES.....	21
3.2 METODOLOGÍA.....	22
3.2.1 UBICACIÓN Y DISEÑO DEL ENSAYO.....	22
3.2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	24
3.2.3 ANALISIS ESTADÍSTICO.....	25
3.2.4 Manejo del cultivo.....	27
3.2.4.1 Preparación de suelo y manejo de arvenses.....	27
3.2.4. 2 Siembra en bandeja y trasplante.....	27
3.2.4.3 Fertilización.....	28
3.2.4.4 Manejo de plagas insectiles.....	28
3.2.4.5 Cultivar utilizado en el ensayo.....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
V. CONCLUSIÓN.....	41
VI. RECOMENDACIONES.....	42
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXOS.....	50
ANEXO 1.....	51
ANEXO 2.....	51
ANEXO 3.....	52
ANEXO 4.....	52

ANEXO 5.....	53
ANEXO 6.....	53
ANEXO 7.....	54
ANEXO 8.....	54

1. INTRODUCCIÓN

La producción de tomate industrial en Panamá inició en la década de 1940 en Natá y comunidades cercanas, provincia de Coclé, con el establecimiento de la empresa procesadora NESLÉ Panamá S.A.

La producción de tomate a campo abierto se hace cada vez más difícil, por condiciones edafoclimáticas adversas y plagas que limitan la producción.

Durante los primeros años, se sembraron cultivares como Rosol y 1-12 provenientes del exterior, pero la siembra repetitiva en los campos, favoreció el surgimiento de problemas fitosanitarios, especialmente la marchitez bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum*, que causó grandes pérdidas económicas a los productores, ocasionando el traslado de la NESTLÉ a La Villa de Los Santos.

Con la creación del IDIAP se inició la investigación en tomate mediante el Programa de Mejoramiento Genético a través del cual se generaron los cultivares resistentes a *R. solanacearum* Entero Chico, Entero Grande y Dina, entre otros. Posteriormente se generaron la línea L-4A y los cultivares 'IDIAP T-5', 'IDIAP T-7', 'IDIAP T-8' e 'IDIAP T-9'.

Antes de 2006 se usaban poblaciones alrededor de 20-25000 plantas por hectárea. Después, se recomendaron los cultivares 'IDIAP T-7', 'IDIAP T-8' e 'IDIAP T-9', con distancia de 0.30 entre plantas y 1.80 m entre surco para una población aproximada de 37000 plantas por hectárea. Los cultivares 'IDIAP T-7' e 'IDIAP T-8', son menos frondosos que el 'IDIAP T-9'. En los campos comerciales se observa mucho espacio entre los surcos con el arreglo y población recomendada en la actualidad.

Estos cultivares tienen una arquitectura de planta diferentes al cultivar 'IDIAP T-9'. Los productores siguen sembrando a las mismas distancias.

Es necesario realizar esta investigación evaluando solo el cultivar 'IDIAP T-8', para determinar el arreglo y población adecuada para mejorar la competitividad del sistema de producción de tomate.

Este estudio se realizó con los objetivos de determinar el efecto de los arreglos topológicos en la incidencia de enfermedades y producción del cultivar de tomate 'IDIAP T-8' para mejorar la competitividad del sistema de producción de tomate industrial de Panamá.

II REVISION DE LITERATURA

2.1 Origen, Generalidades y Descripción Botánica

2.1.1 Origen

El tomate (*Solanum lycopersicum*), originario de América del Sur pertenece a la familia Solanaceae. Estudios recientes ubican su origen específicamente en las Islas Galápagos (Rick, 1976). Fue Introducido en Europa en el siglo XVI, previa domesticación en México.

Los botánicos comenzaron a hacer diferentes descripciones de la especie, incluyéndose por primera vez en un catálogo comercial a finales del siglo XVIII. Los procesos de mejoramiento empiezan a partir de los principios fundamentales de la genética mendeliana, a finales del siglo XIX.

2.1.2 Generalidades

El tomate es la hortaliza más importante cultivada en el mundo. La FAO a través de FAOSTAT (Base de datos de Estadísticas Agrícolas Mundial), en la década, la producción mundial se ha incrementado en 32%. Desde 2005 que se produjeron 129,314,809 kilogramos a nivel mundial, ha ido aumentando en forma progresiva año tras año, exceptuando el 2010 en el que se decreció levemente (Hortoinfo, 2018).

Los cinco primeros países, señala la FAO, producen 108,289,609 toneladas de tomate, de las cuales, China es el mayor productor con el 31,8% seguido de India con 10,4%, Estados Unidos con 7,4%, Turquía con 7,1% y Egipto con 4.5%. China, India, Nigeria, Egipto y Turquía cultivan 2,721,735 hectáreas (Blog Agricultura, 2017).

2.1.3 Descripción botánica

El tomate es una especie dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas (Rodríguez Salguera y .Morales Blandón, 2007).

Por su hábito de crecimiento, el tomate se clasifica en dos grupos: los cultivares de crecimiento determinado, cuyos tallos terminan en un ramillete floral indicando su punto final de ápice ubicado en la parte extrema del tallo; y el de crecimiento indeterminado que sigue creciendo indefinidamente (Pérez *et al.* 2018, INIA e INDAP, 2017).

Esta familia, es una de las más grandes e importantes entre las angiospermas, comprende unas 2,300 especies agrupadas en 96 géneros (Arcy, 1991). Se documenta que el tomate genéticamente proviene posiblemente de un tomate silvestre conocida como tomatillo, *Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme.

Clase: Dicotiledónea

Orden: Solanales

Familia: Solanáceas

Subfamilia: Solanoideae

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum lycopersicum*

2.1.3.1 Raíz

El sistema radical del tomate consiste en una raíz principal o pivotante, que da origen a muchas raíces laterales que pueden llegar a medir de 1,5 a 2,0 m de radio. Más del 80% de las raíces se concentran a unos 30 cm de profundidad. Algunos autores aseguran que penetran hasta 45 cm (Escalona *et al.* 2009; INIA e INDAP, 2017).

2.1.3.2 Tallo

El tallo, es típico de las plantas herbáceas, cuya forma es cilíndrica y erecta en sus primeras fases de crecimiento y se vuelve decumbente y angular posteriormente. El eje principal tiene un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpodial). El tamaño varía según las características genéticas de cada variedad (Escalona *et al.* 2009; INFOAGRO, 2006).

2.1.3.3 Hojas

Las hojas son compuestas, anchas, dentadas, vellosas con distribución alterna de diferentes tamaños generalmente de un color verde intenso. Poseen un gran foliolo terminal y hasta 11 grandes foliolos laterales. Su tamaño depende del tipo de cultivar. En tomates más rústicos, las hojas tienen un tamaño más pequeño (Sañudo Torres, 2013; Reyes Tigse, 2009).

2.1.3.4 Flores

Las flores son inflorescencias en forma de racimos simples, con flores pequeñas y de color amarillo. Se conforman por cinco sépalos, cinco pétalos, cinco estambres y un pistilo. El tomate es bisexual y autógama. El número de flores por racimos, por lo general puede ser de 7 a 9 aunque hay casos que superan las 100 (Reyes Tigse, 2009)

2.1.3.5 Frutos

El fruto del tomate consiste en una valla de formas, dimensiones y número de lóculos variables según el cultivar. Dependiendo de la forma, los frutos de tomate pueden ser redondeados, aplanados, ovalados, semi ovalados, alargados, en forma de uva o pera, etc. La superficie puede ser liza o rugosa, la cantidad de lóculos pueden ser de dos o más, aunque la mayoría de las variedades típicas industriales y

las especies silvestres de frutos muy pequeñas son de dos lóculos, mientras que las de consumo fresco (generalmente de fruto grande) poseen varios lóculos, 8 – 10 o más (Escalona *et al.* 2009).

2.2 Etapas fenológicas del tomate

La fenología del cultivo comprende las etapas que forman su ciclo de vida. Dependiendo de la etapa fenológica de la planta, así son sus demandas nutricionales, necesidades hídricas, susceptibilidad o resistencia a insectos y enfermedades.

En el cultivo del tomate, se observan 3 etapas durante su ciclo de vida:

2.2.1 Plántula

Esta etapa inicia con la germinación de la semilla. Se caracteriza por el rápido aumento en la materia seca, la planta invierte su energía en la síntesis de nuevos tejidos de absorción y fotosíntesis (CATIE, 1990).

2.2.2 Vegetativa

Inicia a partir de los 21 días después de la germinación y dura entre 25 a 30 días antes de la floración. Demanda mayores cantidades de nutrientes para satisfacer las necesidades de las hojas y ramas en crecimiento y expansión (Pérez *et al.* 2006).

2.2.3 Reproductiva

Comienza con la formación de flores aproximadamente a los 51 días después de la germinación, sigue con la fructificación y dura entre 30 y 40 días; y se caracteriza porque el crecimiento de la planta se detiene y los frutos extraen los nutrientes necesarios para su crecimiento y maduración (Sañudo Torres, 2013; Reyes Tigse, 2009; CATIE 1990).

2.3 Requerimientos Edafoclimáticas

2.3.1 Clima

El tomate es una especie que se puede producir en diferentes suelos y climas, se desarrolla satisfactoriamente en climas cálidos con temperatura moderadas. Al respecto, la humedad relativa adecuada para el desarrollo del tomate varía entre un 60% y un 80%. Humedades relativas altas favorecen el desarrollo de enfermedades

foliares y agrietamiento del fruto; además afecta la fecundación, porque el polen se compacta, ocasionando aborto de flores. Cuando la humedad relativa es demasiado baja se dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Escalona *et al.* 2009)

Con relación a la temperatura en las que mejor se adecúa el crecimiento y desarrollo del tomate varía entre 16 y 30°C, no obstante, tolera temperaturas mínimas de 10 ° C y máximas de 34 ° C. Inferiores a 10 °C y superiores a 34 °C afectan la formación de flores y por lo tanto, la fructificación (Pérez, *et al.* 2006; Escalona *et al.* 2009).

2.3.2 Luz y fotoperiodo

Aunque el tomate es un cultivo insensible al fotoperiodo, se desarrolla mejor en alta iluminación; cuando es baja, se afecta la apertura de los estomas, disminuyendo su cantidad por milímetro cuadrado. Cuando el sistema de producción es tutorado, las podas optimizan la recepción de los rayos solares, especialmente en época lluviosa cuando la radiación es más limitada. Con alta iluminación y temperaturas entre 20 y 25 °C favorecen significativamente la fructificación (Sañudo Torres, 2013; Plana *et al.* 2008)

2.3.3 Suelo

El cultivo de tomate puede producirse en diferentes clases de suelo; pero suelos más favorables para el tomate deben ser preferiblemente de topografía plana, con pendientes máximas de 8%, profundos texturas medias con buena aireación y drenaje. Deben tener un pH entre 5.6 y 6.8, con una conductividad eléctrica entre 0,75 y 2,0 dSm (Gutiérrez Palma, 2006; Pérez *et al.* 2006; Escalona *et al.* 2009)

2.4 Insectos plagas y enfermedades más importantes del tomate.

2.4.1 Insectos plagas más importantes

2.4.1.1 Gusanos de fruto (*Helicoverpa zea* y *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae)

Ambas especies se han reportado en América Central, sin embargo predomina *H. zea*. Son insectos con metamorfosis completa.

El adulto ovoposita aisladamente en los brotes, hoja o fruto, donde eclosiona de dos a cinco días después. Durante su ciclo larval, este lepidóptero pasa por cinco o seis estadios variando de un color amarillo a marrón verde con líneas longitudinales amarillas o rojas. En *H. zea* se presentan puntos negros y pelos cuando alcanzan su madurez. Generalmente este estadio dura de 14 a 25 días que es cuando se alimenta de la planta.

Ataca a varios cultivos y las larvas del primer estadio emigran de los brotes hacia los frutos más cercanos o perforan los brotes florales en ausencia de estos (Saunders *et al.* 1998; CATIE, 1990).

2.4.1.2 Gusano de fruto o Langosta (*Spodoptera spp.*) (Lepidoptera: Noctuidae)

Es insecto holometábolo de hábito polífago. Ataca tanto cultivos como arvenses. Se reporta desde el Sur de Los Estados Unidos, México, Centro América, América del Sur y El Caribe.

Generalmente, la hembra deposita los huevos en el envés de las hojas en forma masal cubriéndolos con una capa sedosa que rompen de tres a ocho días dependiendo de la especie.

El estadio larval que dura de 10 a 21 días dependiendo de la especie se alimentan de cualquier parte de la planta. Las infestaciones iniciales del tomate surgen de otras solanáceas o de arvenses con *Amaranthus spinosus* (bledo) (Saunders *et al.* 1998; INIA e INDAP, 2017)

2.4.1.3 Mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius). (Hemiptera: Aleyrodidae).

Es el insecto más importante de las regiones tropicales y sub tropical del mundo en el cultivo de tomate. Tiene más de 500 especies cultivadas y silvestres como hospedantes, lo que hace difícil el control solo con insecticidas. En Mesoamérica se han identificado al menos unas 71 especies como hospederas, de las cuales 54 son cultivos (CATIE, 1996).

B. tabaci es un insecto hemimetábolo que pasa por los estadios de huevo, ninfa y adulto. Un aspecto relevante es que la hembra puede reproducirse sin fecundación del macho, mediante un fenómeno denominado partenogénesis arrenotóxica, produciendo sólo individuos machos (CATIE 1996).

Mosca blanca, tanto ninfas como adulto puede, ocasionar varios tipos de daños; sin embargo el principal es la transmisión de virus. En Panamá, se han identificado los Virus moteado amarillo del tomate (TYMoV), Virus del enrollamiento de tomate de Sinaloa (ToLCSiV), el Virus del mosaico amarillo de la papa de Panamá (PYMPV) y Virus del torrado del tomate (ToTV) (CATIE, 1996; Herrera Vásquez, 2016).

Cuando la planta es infectada ocurre en las primeras etapas de desarrollo de la planta de tomate, el rendimiento puede ser reducido significativamente o los frutos que se produzcan pierden su valor comercial.

Otro daño importante, que ocasiona la mosca blanca es la succión de nutrimentos foliares al tiempo que segregan una mielecilla que con altos niveles poblacionales favorecen el crecimiento de *Capnodium* sp, el cual originan la fumagina. Esta enfermedad reduce la capacidad fotosintética de la hoja al cubrir su superficie laminar disminuye el valor comercial de los frutos (Agrios, 1998; CATIE, 1990).

2.4.2 Enfermedades más importantes del tomate

2.4.2.1 Enfermedades causadas por hongos.

2.4.2.1.1 *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder et Hansen.

La marchitez fungosa, como se denomina comúnmente es una enfermedad reportada en Guatemala, Honduras y Panamá, aunque también ha sido identificada en otros 32 países.

En campos infectados, bajo condiciones predisponentes, la enfermedad se manifiesta generalmente en el momento de la cosecha, debido a la demanda creciente de agua y nutrientes necesarios para el desarrollo y maduración de los frutos.

Los síntomas comienzan con amarillamiento de las hojas bajas. Es muy característico que una de las partes de la plantas esté afectada y la otra no. Un síntoma típico es la coloración rojiza que se observa cerca de la corteza, haciendo un corte transversal o longitudinal del tallo. Esto corresponde a la lesión en los haces vasculares. Las plantas detienen su crecimiento, manifiestan síntomas de estrés hídrico y finalmente mueren (Jones, *et al.* 1993; CATIE, 1990).

2.4.2.1.2 *Phytium* spp. , *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* spp.

Es una enfermedad que se presenta en todas las áreas y sistemas de producción de tomate. Se conoce comúnmente como “Mal del Talluelo” o “Mal de almácigo”. El daño se produce a nivel de la base de las plántulas ya sea en suelo directo o en bandejas germinadoras con sustratos que no han sido esterilizados. El problema se incrementa con el exceso de humedad (University Of California, 1990; CATIE, 1990).

2.4.2.1.3 *Alternaria solani* (Ellis et Martin) Soraver.

El tizón temprano, como se le conoce esta enfermedad puede presentarse en Centroamérica por las pérdidas que causa. Se manifiesta por manchas irregulares en las hojas en forma de anillos concéntricos. También pueden ser afectados el tallo los frutos cerca de la madurez con manchas profundas con bordes bien definidos (University Of California, 1990; INIA y INDAP, 2017).

2.4.2.1.4 *Stemphylium solani* Weber

Comúnmente conocida como Mancha gris de la hoja. Cuando el cultivar es susceptible es una de las enfermedades más destructivas en los sistemas de producción de tomate en el mundo. Las condiciones de lluvia ligera, humedad relativa alta favorecen su aparición. Los síntomas se visualizan como manchas pequeñas de color marrón grisáceo. Algunas veces tienden a confundirse con manchas bacterianas (CATIE, 1990).

En Panamá, se han observado defoliaciones severas después de lluvias ligeras sin implementar medidas de control.

2.4.2.1.5 *Corynespora cassicola* (Berkeley et Curtis) Wei

Hasta ahora, la Mancha de la hoja es una enfermedad importante en las zonas tomateras de la provincia de Los Santos, Panamá. Puede afectar tanto el área foliar como a los frutos (CATIE, 1990).

2.4.2.2 Enfermedades bacterianas más importantes

2.4.2.2.1 *Ralstonia solanacearum* (*Pseudomonas solanacearum*) (Smith)

En la mayoría de los suelos de zonas cálidas, templadas y tropicales del mundo, la Marchitez bacteriana, *Ralstonia solanacearum*, es una de las enfermedades de mayor importancia, por la severidad de los daños que ocasiona en los sistemas de producción de tomate.

Los síntomas comienzan con el marchitamiento de las hojas más jóvenes, hasta la marchitez total de la planta, bajo condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la enfermedad; exceso de humedad y altas temperaturas, entre otros aspectos. La bacteria penetra en la planta a través de heridas hechas durante el trasplante, control mecánico de malezas, insectos o por ciertos nematodos (Castaño Zapata y Del Río Mendoza, 1994; Jones *et al.* 1993).

Se puede diseminar por medio del equipo agrícola, salpique de agua, escorrentía, agua de riego, transporte de plántones infectados y por prácticas culturales como podas o deshierpes realizadas frecuentemente en caso de tomate tutorado (Jones *et al.* 1993).

2.4.2.2.2 *Erwinia carotovora* subesp *carotovora*.

El tallo hueco o Pata negra, causada por *E. carotovora*, afecta al tallo, hoja y frutos en los sistemas de producción de tomate a campo abierto o bajo sistemas de cultivo protegido. Los frutos pueden ser afectados, incluso después de cosecha.

Una característica importante de este patógeno es que ataca en las primeras etapas de desarrollo del cultivo. Los primeros síntomas consisten en amarillamiento de las hojas inferiores hacia las superiores. En el tallo se manifiesta mediante rajaduras y manchas oscuras. El tallo en su parte interior, se muestra con una lesión acuosa o hueca (Agrios, 1990; CATIE, 1990; Jones *et al.* 1993).

Excesos de humedad y agua sobre la planta con heridas (lluvia o rocío), además, los niveles elevados de fertilización nitrogenada incrementan la susceptibilidad de la planta a la enfermedad.

2.4.2.3 *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye.

Igual que *R. solanacearum* es una bacteria que está presente en todas regiones tropicales y subtropicales, pero que en las áreas donde se siembra tomate en Centroamérica se presenta en forma esporádica, principalmente en épocas de lluvia y altas temperaturas. Algunas razas solo atacan tomate y otras, tomate y ají. En El Salvador, Costa Rica y Panamá ya se ha identificado este patógeno (CATIE, 1990).

2.5 Distancias y arreglos topológicos del tomate

Algunos estudios en México demuestran que acortando la distancia entre surcos y entre plantas se incrementan los rendimientos de tomate (Luján y Sánchez, 2003). En ese sentido, pero a nivel de invernaderos, se demostró que se obtienen rendimientos superiores a las 150 toneladas por hectárea con poblaciones de 5.3 plantas por metro cuadrado (Cruz Carrillo *et al.* 2003).

En evaluaciones con diferentes arreglos, pero considerando el número y disposición de hileras sobre las camas, con densidad de 7,0 plantas por metro cuadrados, se obtuvo el mejor desarrollo foliar, mayor número de frutos por planta y mejor rendimiento en la Universidad de Chapingo, México (Sánchez–del Castillo *et al.* 2010)

En Ecuador a nivel de invernaderos la Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar (2003), manejan poblaciones entre 27,777 y 50,000 plantas por hectárea.

La densidad de siembra influye en la competencia entre el cultivo y las malezas. También puede modificar el microclima del suelo, logrando de esta manera prevenir algunas enfermedades producidas por hongos y bacteria.

Los espaciamientos menores entre plantas y surcos que conducen a altas densidades de siembra, generalmente aumentan la competitividad por nutrientes,

agua y luz. Este sistema de producción exige un mejor manejo del cultivo, enfatizando en la protección fitosanitaria, la fertilización, el amarre y las podas de las plantas (Pérez *et al.* 2006)

Hay que considerar que no necesariamente a mayor número de plantas por m² se incrementa la producción, ya que habrá mayor competencia entre plantas por nutrientes y luminosidad y se pueden producir frutos más pequeños y de mala calidad; igualmente, aumenta la humedad relativa dentro del invernadero o entre los surcos a campo abierto favoreciendo la incidencia de enfermedades (Jaramillo *et al.* 2007).

Una mayor densidad de planta, aumenta la precocidad y reduce el ciclo biológico, pero los frutos producidos son de menor tamaño y calidad (Nuez, 1995), también permite optimizar los costos de producción (Davis y Estes, 1993).

La manipulación de la densidad de planta permite optimizar la radiación interceptada, a fin de convertir la energía solar en biomasa, importante para utilizarse como una estrategia para incrementar el rendimiento (Papadopoulus y Pararajasingham, 1997 y Sánchez *et al.* 1999).

En Panamá solo Alfaro y Araúz (1997) documentaron una investigación sobre distancia de siembra en tomate de mesa. Posteriormente se confirmó los resultados obtenidos por Gutiérrez Palma (Guerra *et al.* 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LISTADO DE MATERIALES

- ✚ Tractor agrícola
- ✚ Fertilizante completo
- ✚ Estacas
- ✚ Bomba de mochila
- ✚ Cinta métrica
- ✚ Semilla de tomate
- ✚ Hilo
- ✚ Nitrato de potasio
- ✚ Nitrato de amonio
- ✚ Urea
- ✚ Sulfato de magnesio
- ✚ Fosfato monoamónico
- ✚ Insecticidas
- ✚ Fungicidas
- ✚ Balanza
- ✚ Cajas fruteras
- ✚ Lápiz
- ✚ Borrador
- ✚ Libreta de campo

- ✚ Computadora
- ✚ Cámara fotográfica.

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 UBICACIÓN Y DISEÑO DEL ENSAYO

El ensayo se estableció entre los meses de diciembre de 2017 y marzo 2018 en la Estación Experimental El Ejido ubicada en el distrito de Los Santos, provincia de Los Santos, situada geográficamente a 7°56'30" de latitud norte y 80°25'15' de longitud Oeste, a 20 metros sobre el nivel del mar. (Fig. 1 y 2)



FIGURA 1. UBICACIÓN REGIONAL DEL SITIO DEL ENSAYO.



FIGURA 2. UBICACIÓN LOCAL DEL SITIO DEL ENSAYO

En el experimento en campo se usó un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial 2×3 dispuestos en fajas con tres repeticiones. Se evaluaron seis (6) tratamientos (Cuadro 1). La unidad experimental constó de tres surcos de cinco metros de longitud, tomando como parcela efectiva el surco central (Fig. 3).

El Factor A se refiere a las dos distancia entre surcos: 1.50 y 1.70 m y Factor B, a las tres distancias entre plantas o arreglos: 0.20, 0.30 y 0.40 m.

3.2.2 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

CUADRO 1. TRATAMIENTOS QUE SE EVALUARON DURANTE LA EJECUCIÓN DEL ENSAYO. EI EJIDO, PANAMÁ. 2017-2018.

Tratamientos	Distancia entre surco (m)	entre * Arreglos entre plantas (m)	Plantas hectárea	por
1	1,50	0,20	66,500	
2	1,50	0,30	44,289	
3	1,50	0,40	33,250	
4	1,70	0,20	66,500	
5	1,70	0,30	44,289	
6	1,70	040	33,250	

* Dos plantas por emisor, una frente a la otra.



FIGURA 3. DISPOSICIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO

3.2.3 ANALISIS ESTADISTICO

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y se realizó la comparación de medias por medio de la prueba de rangos múltiples de Duncan.

El modelo Lineal Aditivo propuesto es el siguiente

$$Y_{ijk} = \mu + B + A_i + B * A_i + B_r + B_r * B + A_i * B_r + \varepsilon_1$$

En donde:

μ = media general

B =Efecto de bloque

A_i =Efecto del factor A_i , distancia entre surcos.

$A_i * B$ = Efecto de la interacción de Bloque con el factor A_i .

B_r =Efecto del factor B_r , distancia entre plantas.

$A_i * B_r$ =Efecto de la interacción de los dos factores.

ε =Error experimental

VARIABLES DE RESPUESTA

- Incidencia de Virosis en Porcentaje.
- Mortalidad de Plantas Causadas por Hongos y por Bacterias en Suelo en Porcentaje.

- Cobertura de Planta con Respecto al Ancho del Surco.
- Frutos por Planta.
- Rendimiento por Hectárea.

Para definir la variable se realizó de la siguiente forma:

Incidencia de Virosis:

Se realizó mediante la siguiente expresión: número de plantas enfermas con virosis entre la cantidad de plantas sanas multiplicado por cien

Mortalidad de Plantas Causadas por Hongos y por Bacterias en Suelo en Porcentaje.

Se realizó de la siguiente manera: número de plantas muertas entre la cantidad de plantas sanas multiplicada por cien.

Cobertura de Planta con Respecto al Ancho del Surco

Se realizó de la siguiente forma:

Se tomó un metro de largo en relación entre el ancho de la vegetación de la planta de tomate sobre la cama entre un metro lineal del cultivo por cien.

Frutos por Planta:

Se contaron todos los frutos cosechados y se dividieron entre el número de plantas.

Rendimiento por Hectárea:

Se pesaron todos los frutos de las tres cosechas realizadas de la parcela efectiva y lo obtenido se llevó a hectáreas.

3.2.4 Manejo del cultivo

3.2.4.1 Preparación de suelo y manejo de arvenses

El suelo se acondicionó a través de un pase de subsolado y tres pases de rastra semi pesada. Se dejó por 20 días y antes del trasplante se aplicó 1068 gramos de ingrediente activo por hectárea (g.i.a ha^{-1}) del herbicida glifosato, para controlar la maleza emergente.

Posteriormente, se aplicó metribuzin a razón de $400 \text{ g.i.a ha}^{-1}$; y algunas arvenses que escaparon al efecto de los herbicidas se eliminaron manualmente con azadón.

3.2.4.2 Siembra en bandeja y trasplante

La siembra se realizó en bandejas germinadoras el 4 de diciembre de 2017 bajo casa de vegetación y el trasplante se realizó 15 días después cuando los plantones tenían unos 8-10 centímetros de alto (Fig. 3).

3.2.4.3 Fertilización

La fertilización se realizó de dos formas: la primera, consistió de la aplicación de 28 gramos de fertilizante completo 12-24-12 a la base de cada planta. La segunda fertilización se llevó a cabo a los 15 días después del trasplante (DDT) a través de la aportación de 115 kg de nitrógeno desde los 15 hasta los 68 DDT; 25 kg de magnesio desde los 15 hasta los 32 DDT; 50 kg de calcio desde los 30 hasta los 58 DDT y 25 kg de potasio desde 48 hasta los 68 DDT. Adicional, se le aplicó, 25 kg de fosfato monoamónico.

3.2.4.4 Manejo de plagas insectiles

Para el control de los insectos de suelos y de nemátodos se aplicó 720 g.i.a ha⁻¹ de oxamil, por el sistema de riego al momento del trasplante para asegurar la población óptima de plántulas. Contra *Bemisia tabaci*, se usó imidacloprid a una dosis de 350 g.i.ha⁻¹, 3 a 4 DDT.

Para el control de patógenos de suelo se hicieron dos aplicaciones de sulfato de cobre penta hidratado a una dosis de 240 g.i.a. ha⁻¹, sin ningún fungicida para enfermedades foliares.

3.2.4.5 Cultivar utilizado en el ensayo

Se utilizó el cultivar 'IDIAP T-8' que es usado por los productores comerciales del área. Es un cultivar tipo pera grande proveniente del Programa de Mejoramiento Genético del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del análisis de varianzas para la variable incidencia de virosis indicó una diferencia estadística altamente significativa entre los arreglos a los 15 días después del trasplante (DDT), con una probabilidad de 0.0031. No hubo interacción entre los arreglos y la distancia.

CUADRO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE VIROSIS A LOS 15 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE. EL EJIDO. 2018.

F. de Variación	GL	SC	CM	P-valor
Repetición	2	0,07	0,03	
Distancia	1	0,03	0,03	
Arreglo	2	0,94	0,47**	0.0031
Distancia*Arreglo	2	0,10	0,05ns	
Error	10	0,44	0,04	
Total	17	1,58		

Con relación a lo anterior, es importante mencionar que el insecto vector, *B. tabaci* se le dificulta posarse en la planta con una mayor cobertura vegetal con relación al suelo. Cuando el suelo desnudo contrasta con el color de la planta ayuda a que el insecto se pose más fácilmente en la planta. Cuando la distancia es menor el contraste se reduce, y por lo tanto, en presencia de un vector virulento hay menor transmisión de virosis (Ruíz Vega y Aquino Bolaños, 1999; Hilje *et al.* 1993).

El efecto similar, se observa en el tratamiento con mayor distancia, es decir 0.40 m entre plantas. La incidencia de virosis es mayor, sin diferir estadísticamente con la distancia de 0.30 m entre plantas. En ambos casos hay más espacio de suelo sin cubierta vegetal.

El análisis de varianza para la variable incidencia de virosis a los 30 días DDT, mostró diferenciación estadística altamente significativa entre los arreglos con una probabilidad de 0.0031 sin interacción estadística entre los arreglos y la distancia (Cuadro 3).

CUADRO 3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE VIROSIS A LOS 30 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE SEGÚN ARREGLO. EI EJIDO, 2018

F. de Variación	GL	SC	CM	P-valor
Repetición	2	2,59	1,29	
Distancia	1	0,01	0,01ns	
Arreglo	2	6,77	3,39**	0.0005
Distancia*Arreglo	2	0,35	0,18ns	
Error	10	1,92	0,19	
Total	17	11,64		

La utilización de cobertura vegetal a base de maleza, ocasiona que la población de adultos de *B. tabaci* disminuya igual que la incidencia de virosis, corroborando el efecto del contraste del suelo con tejido verde; no obstante, algunos investigadores no aseveran que la disminución de adultos en el cultivo se deba al efecto de “enmascaramiento” del cultivo o que en las malezas proporcionen la savia para su alimentación (Blanco y Hilje, 1995).

Para la variable incidencia de virosis los 45 DDT, el análisis de varianza detectó diferencia estadística altamente significativa entre los arreglos (P=0.0031), no obstante, en el análisis no se encontró interacción entre los arreglos y la distancia (Cuadro 4).

CUADRO 4. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE INCIDENCIA DE VIROSIS A LOS 45 DDT. EL EJIDO, 2018.

F. de Variación	GL	SC	CM	P-valor
Repetición	2	4,40	2,20	
Distancia	1	0,58	0,58ns	
Arreglo	2	12,35	6,18**	0.0013
Distancia*Arreglo	2	0,36	0,18ns	
Error	10	4,48	0,45	
Total	17	22,18		

Cuando se separaron las medias a través de la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, a los 15 DDT se observa que la menor incidencia de virosis ocurrió en el arreglo de 0.20 m entre plantas con un 2.6%, diferente estadísticamente a lo observado en los arreglos de 0.30 y 0.40 m con 4.5 y 4.8%, respectivamente. Entre ambos arreglos no se determinó diferencia estadística. En las siguientes fechas de muestreo, la incidencia de virosis se mantuvo más baja en el arreglo de 0.20 m (Cuadro 5).

La menor incidencia de virosis a 0.20 m se debe tal vez no a que hubo menos infestación si no que hay una mayor cantidad de plantas.

CUADRO 5. INCIDENCIA DE VIROSIS EN PORCENTAJE A LOS 15, 30 Y 45 DIAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE, SEGÚN ARREGLO. EL EJIDO, 2018.

Arreglos	Incidencia		
	15 DDT	30 DDT	45 DDT
0.20 m	2,6a	4,0a	6,2a
0.30 m	4,5b	4,5a	10,7a
0.40 m	4,8b	12,0b	20,b

Nota: Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente.

La mortalidad de plantas a los 30 y 45 DDT en el ensayo causada por patógenos del suelo, se debió principalmente a *Fusarium* sp y *Erwinia* sp. El análisis para esta variable no indicó diferencia estadística para distancia, pero si para arreglo donde manifestó la variabilidad con probabilidades de 0.0238 y 0.0138 en el orden respectivo (Cuadro 6, 7 y 8).

CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE MORTALIDAD DE PLANTAS A LOS 15 DÍAS DESUÉS DEL TRASPLANTE. EL EJIDO, 2018.

F. de Variación	GL	SC	CM	P-valor
Repetición	2	12,37	6,18	
Distancia	1	0,43	0,43ns	
Arreglo	2	2,43	1,22ns	0,7401
Distancia*Arreglo	2	1,49	0,74ns	
Error	10	39,22	3,92	
Total	17	55,93		

CUADRO 7. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE MORTALIDAD DE PLANTAS A LOS DÍAS 30 DESPUÉS DEL TRASPLANTE. EL EJIDO, 2018.

F. de Variación	GL	SC	CM	P-valor
Repetición	2	0,06	0,03	
Distancia	1	0,64	0,64ns	
Arreglo	2	12,63	6,32*	0,0328
Distancia*Arreglo	2	0,16	0,08ns	
Error	10	12,87	1,29	
Total	17	26,36		

CUADRO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE MORTALIDAD DE PLANTAS A LOS DÍAS 45 DESPUÉS DEL TRASPLANTE. EL EJIDO, 2018.

F. de Variación	GL	SC	CM	P-valor
Repetición	2	0,73	0,37	
Distancia	1	0,11	0,11ns	
Arreglo	2	16,85	8,43*	0.0138
Distancia*Arreglo	2	0,70	0,35ns	
Error	10	12,45	1,14	
Total	17	30,85		

Con la prueba de separación de medias de Rangos Múltiples de Duncan, a los 30 y 45 DDT se pudo verificar diferencias estadísticas entre el arreglo de 0.20 metros entre plantas y los que estaban a 0.30 y 40 m; sin que se diferenciaron estadísticamente estos dos últimos. La mayor mortalidad de plantas sucedió en el arreglo a 0.20 m con 20.8 y 24.0% (Cuadro 9).

CUADRO 9. MORTALIDAD DE PLANTAS EN PORCENTAJE A LOS 15, 30 Y 45 DIAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE, SEGÚN ARREGLO. 2018.

Arreglos	Mortalidad		
	15 DDT	30 DDT	45DDT
0.20 m	10,2a	20,8a	24,0a
0.30 m	10,3a	13,9ab	13,9b
0.40 m	4,2a	7,9b	7,9b

Nota. Medias con letras iguales no son diferentes entre sí.

Cuando hay una mayor población de plantas, y en la medida que se desarrolla el área foliar, disminuye la entrada de luz solar, se incrementa la humedad relativa, la temperatura ambiental y disminuye la aireación. Estos factores, en conjunto con el agua libre sobre la superficie del suelo por efecto del riego, proveen las condiciones propicias para que los hongos y bacterias fitopatógenos se desarrollen y se multipliquen con mayor facilidad (Agrios, 1989; Gimeno, 2002; Vásquez-Ramírez y Castaño-Zapata, 2017; Ramos y Zúñiga, 2008).

En el análisis de varianza no se reveló diferencia significativa para la variable cobertura foliar de la planta con respecto al ancho de la cama o surco a los 45 DDT. Ni tampoco hubo interacción entre los factores arreglo y distancia (Cuadro 10).

CUADRO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE COBERTURA DE LA PLANTA. EL EJIDO, 2018.

F. de Variación	GL	SC	CM	P-valor
Repetición	2	27,42	13,71	
Distancia	1	12,67	12,67ns	
Arreglo	2	61,72	30,86ns	0,5591
Distancia*Arreglo	2	7,68	17,19ns	
Error	10	500,48	50,05	
Total	17	636,67		

En el análisis de varianza para la variable frutos por planta se comprobó que hubo diferencia estadística altamente significativa entre los arreglos con una probabilidad de 0,0001, sin interacción entre los arreglos y la distancia (Cuadro 11).

CUADRO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE FRUTOS POR PLANTA. EL EJIDO, 2018.

F. de Variación	GL	SC	CM	P-valor
Repetición	2	84,41	42,21	
Distancia	1	0,01	0,01ns	
Arreglo	2	319,19	159,85**	0.0001
Distancia*Arreglo	2	7,68	3,84ns	
Error	10	39,10	3,91	
Total	17	450,91		

Con relación a este aspecto de producción, en una investigación realizada en campo con tomate de crecimiento determinado, la mayor producción de frutos m^{-2} se

alcanzó en densidades entre 1,1 y 4,4 plantas m⁻², sin variabilidad estadística. Además, se produjeron la mayor cantidad de frutos exportables m⁻² (Villegas Cota *et al.* 2004). Aunque con diferente cultivar al evaluado en este ensayo, se puede constatar la influencia de la distancia de siembra en la producción.

En esta dirección, se determinó que uno de los factores: los arreglos, tuvo efecto estadísticamente significativo en rendimiento del cultivar 'IDIAP T-8' (P<0,05). Las distancia de 1,50 y 1,70 m influyeron en esta variable. El análisis tampoco indicó interacción entre la distancia y los arreglos (Cuadro 12).

CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO POR HECTÁRA. EL EJIDO, 2018.

F. de Variación	GL	SC	CM	P-valor
Repetición	2	1615032261,13	807516130,56	
Distancia	1	6960129,52	6960129,52ns	
Arreglo	2	1363381882,46	681690941,23*	0.0422
Distancia*Arreglo	2	568662281,97	284331140,99ns	
Error	10	1542685096,93	154268509,69	
Total	17	509672165,00		

Los mayores rendimientos se alcanzaron, de acuerdo a la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, se obtuvieron con los arreglos de 0,20 y 0,40 m entre plantas con 71910,3 y 77390,3 kilogramos por hectárea respectivamente, sin diferir estadísticamente entre ellos, pero disímiles a 0.30 m entre plantas con 56808,8 kilogramos por hectárea (Cuadro 13).

Estos rendimientos son superiores en 26456,3 y 31936,3 kilogramo por hectárea al rendimiento promedio que han obtenido los productores de tomate industrial que esta alrededor de los 46000 kg/ha (Nestlé Panamá S.A).

CUADRO 13. MEDIAS PARA LA VARIABLES FRUTOS POR PLANTA Y RENDIMIENTO POR HECTAREA (kg), SEGÚN ARREGLOS. 2018

Arreglos	Frutos por planta	Kilogramos por hectárea
0.20 m	10,5a	71910,3b
0.30 m	14,1b	56808,8b
0.40 m	20,7c	77390,3a

Nota. Medias con letras iguales no son diferentes entre sí.

Cruz Carrillo *et al.* (2003), bajo el sistema producción en invernaderos con tomates híbridos de crecimiento indeterminado obtuvieron altos rendimientos (15,5 kg m²); con 5,3 plantas por m². Con 2,9 y 5,9 plantas por m² los rendimientos en este ensayo a campo abierto con el cultivar 'IDIAP T-8', se alcanzaron 7,2 y 7,7 kg m², que son satisfactorios en este sistema de producción.

Grijalva Contreras *et al.* 2010, obtuvieron rendimientos de 29,6 kg m², con una densidad de 3,8 plantas por m², utilizando también híbridos de crecimiento indeterminados.

Relevante acotar en estos trabajos, son los efectos que pueden tener las diferentes densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de tomate en diferentes sistemas de producción.

En evaluaciones de arreglo topológicos en ají picante con altas densidades utilizando poblaciones entre 41667 a 54644 plantas por hectárea, a dos plantas y variando sobre todo la distancia entre surcos, se obtuvieron rendimientos significativos en la producción (Luján Favela y Chávez Sánchez, 2003).

V. CONCLUSIONES

Con poblaciones superiores a la 66000 plantas por hectárea, el cultivo de tomate es menos afectado por la virosis, sin embargo, pueden desarrollarse más fácilmente los hongos y bacterias del suelo, principalmente *Fusarium* sp y *Erwinia* sp.

Con el arreglo de 0.40 m entre plantas, se obtuvo la mayor cantidad de frutos por planta y el mayor rendimiento con el cultivar de tomate 'IDIAP T-8'.

La distancia de 0.40 m entre plantas y 1.70 m entre surco, considerando la cobertura foliar de la planta con respecto al ancho de la cama o surco, la mortalidad de plantas, el rendimiento en frutos por planta y kilogramos por hectárea, es la más adecuada para ser utilizada en el sistema de producción de tomate a campo abierto con el cultivar 'IDIAP T-8'.

VI. RECOMENDACIONES

Sembrar el cultivar 'IDIAP T-8' a distancia de 0,40 m entre plantas y 1,70 m entre surcos en los sistemas de producción de tomate industrial.

Realizar la investigación, bajo el mismo diseño pero con otras variedades de tomates nacionales e híbridos para procesamiento industrial en diferentes localidades.

Ajustar la fertilización a través de ensayos para determinar la dosis que puedan usarse en diferentes densidades de siembra en cultivares que se evalúen.

VII. BIBIOGRAFIA

Agrios, G. 1998. Fitopatología. 3ra Edición, Editora Limusa. Mexico. 856 p.

Alfaro, O.; Araúz, L., 1997. Evaluación de Tres Distancias de Siembra en Tomate de Mesa en Mínima Labranza. Ollas arriba. En: Primer Encuentro Científico de Investigadores Agropecuarios. IDIAP. 1997. 166 p.

AAIC (Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar, ECU). 2003. El cultivo de tomate riñón en invernadero (*Lycopersicon esculentum*). Quito, Ecuador. 59 p.

Blog Agricultura. 2017. Estadísticas agrícolas de tomate. Producción, superficie y rendimiento (en línea). Consultado 19 oct. 2018. Disponible en <https://blogagricultura.com/estadisticas-tomate-produccion/>

Castaño, J; Del Río, L. 1994. Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica. 3. ed. Escuela Panamericana. Zamorano, HN. 302 p.

CATIE (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, CR. Serie Técnica. Informe Técnico No. 151. 138 p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1996. Metodologías para el estudio y manejo moscas blancas y Geminivirus. Ed. L Hilje. Turrialba, CR. 132 p. (Serie Materiales de Enseñanza no. 37).

Cruz Carrillo, J; Jimenénez, F; Ruíz, J; Díaz, G; Sánchez, P; Perales, C; Arellanes, A. 2003. Evaluación de densidades de siembra en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero (en línea). Nota Técnica. En: Agronomía Mesoamericana. Vol. 14 (1): 85-88. 2003. Consultado 8 Oct. 2017. Disponible en www.redalyc.org/articulo.oa?id=43714112

Davis, JM; Estes, EA. 1993. Spacing and pruning affect growth, yield, and economic returns of staked fresh-market tomatoes (en línea). North Carolina State University, USA JASHS November Vol. 118 (6): 719-725, 1993. Consultado 4 oct. 2018. Disponible en <http://journal.ashspublications.org/content/118/6/719.abstract>

Escalona, V; Alvarado, P; Monardes, H; Urbina Z, C. Martin B, A. 2009. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (en línea). Nodo Hortícola, VI Región, Chile. Consultado 9 oct. 2018. Disponible en www.hortyfresco.cl/docs/manuales_innova/Manual_cultivo_tomate.pdf

Grijalva Contreras, RL; Macías Duarte, R; Grijalva Durón, SA; Robles Contreras, F. 2010. Evaluación de densidades y arreglos de plantación en tomate bola en

condiciones de invernadero en el Noroeste de Sonora (en línea). Biotecnia, Vol. XII, no. 2, mayo-agosto•2010. Consultado 11 oct. 2017. Disponible en

Guerra M, JA; Aguilera C., V. 2010. Manual Técnico Manejo Integral del Tomate Industrial. 2da. Ed. Departamento de Ediciones y Publicaciones. Panamá. 41p.

Gutiérrez Palma, OA. Evaluación de los diferentes arreglos topológicos en el rendimiento de tomate IDIAP T9 bajo el sistema de riego por goteo. Los Santos, 2006. Tesis Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. Universidad de Panamá, Chiriquí, PA. 70p.

Herrera Vázquez, JA. 2016. Enfermedades virales. In Manual Técnico Manejo Integrado del Cultivo de Tomate Industrial. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. p 44-50

HORTOINFO. 2018. Producción mundial de tomate-2014 (en línea). Diario digital de la actividad frutahortícola. Consultado 19 oct. 2018. Disponible en <http://www.hortoinfo.es/index.php/2732-prod-mund-tom-161216>

INFOAGRO. 2006. El cultivo de tomate (en línea). Consultado 9 oct. 2018. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate3.htm>

INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CHI); IDAP (Instituto de Desarrollo Agropecuario, CHI). 2017. Manual de cultivo de tomate al aire libre (en línea). Chile. Boletín INIA no. 11. Consultado 9 oct. 2018. Disponible en www.inia.cl/.../ManualesdeProduccion/11%20Manual%20Tomate%20Aire%20Libre.

Jaramillo, N; Rodríguez, VP; Guzman A, M; Zapata, MA; Rengifo, 2007. Manual técnico buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas (en línea). CORPOICA, Colombia. Consultado 9 de oct. 2018. Disponible en https://scholar.google.com.pa/scholar?q=JARAMILLO,+J.+tomate&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart

Jones, J; Stall, R; Zitter, T. 1993. Compendium of tomato diseases. The American Phytopathological Society. 74 p.

Luján Favela, M; Chávez Sánchez, N. 2003. El arreglo topológico y su efecto en el crecimiento, desarrollo y producción del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) (en línea). INIFAP, México.. Consultado 3 sept. 2018. Disponible en <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/85/78>

Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. p 190-219

Papadopoulos, AP; Pararajasingham, S. 1997. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum*): A review. *Scientia Horticulturae* Marzo Vol. 69 (1-2): 1-29 1997. Consultado 4 oct. 2108. Disponible en www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423896009831

Pérez, J; Hurtado, G; Aparicio, V; Argueta, Q; Larín, M. 2006. Guía Técnica. Cultivo de Tomate Industrial (en línea). Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria Forestal, El Salvador. Consultado 9 oct. 2018. 48 p. Disponible en <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Tomate.pdf>

Plana, D; Florido, M, Álvarez, CM; Moya, CC; Dueñas, CF; Lara, RM. 2008. Efecto de la radiación solar en la intensidad y severidad de la mancha solar en frutos de tomate. *Cultivos Tropicales* (en línea). La Habana, Cuba. Consultado 21 jun. 2016. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362008000400012

Reyes Tigse, CA. 2009. Evaluación de híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) En Lhidroponía aplicando bioestimulante jisamar en el Cantón La Libertad (en línea). Ing. Agrop. La Libertad, Ecuador. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Consultado 9 oct. 2018. Disponible en <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/963/1/P-SENESCYT-0032.pdf>

Rick, CM. 1976. Tomato. *In* Evolution of crop plants. Longman, London. Ed. N.W. Simmonds. p. 268-273.

Rodríguez, VH; Morales Blandón, JL. 2007. Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) contra el ataque del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*, Gennadius)-Geminivirus y su efecto en el rendimiento, en el municipio de Tisma, Masaya (en línea). Ing. Agr. Tesis. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 76 p. Consultado 9 oct. 2018. Disponible en repositorio.una.edu.ni/2023/2/tnh01r696e.pdf

Sánchez-del Castillo, F; Moreno-Pérez, EC; Coatzín-Ramírez, R; Colinas-León MT; Peña-Lomelí, A. 2010. Evaluación agronómica y fisiotécnica de cuatro sistemas de producción en dos híbridos de jitomate (en línea). Universidad Autónoma Chapingo. México. Rev. Chapingo Ser.Hortic.Vol (16): 2010. Consultado 20 sept. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2010000300009

Sañudo Torres, OR. 2013. El Cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Y el potencial endofítico de diferentes aislados de *Beauveria bassiana* (en línea). M. Sc. Tesis. Los Mochis, México. Universidad Autónoma Indígena de México. Consultado 9 oct. 2018. Disponible en <http://uaim.mx/cgip/PDF/TesisRosarioRaudelSanudo.pdf>

Saunders, JL; Coto, D; King, BA. 1998. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, CR. 2 ed, Ed. O Arboleda. 305 p. (Serie Técnica Manual Técnico No. 29).

Ucan Chan I; Sánchez Del Castillo, F; Contreras Magaña, E; Corona Sáez, T. 2005. Efecto de la densidad de población y raleo sobre el rendimiento y tamaño del fruto en tomate (en línea). Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco. México. v. Consultado 11 oct. 2017. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/26477471_Efecto_de_la_densidad_de_poblacion_y_raleo_de_frutos_sobre_el_rendimiento_y_tamano_del_fruto_en_tomate

University Of California. 1990. Integrated Pest Management for tomatoes. 3 ed. Division of Agriculture and Natural Resources. United States of America.

Villegas Cota, JR; González Hernández, VA; Carrillo Salazar, JA; Livera Muñoz; Sánchez del Castillo, F; Osuna Enciso, T. 2004. Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a densidades de población en dos sistemas de producción (en línea). México. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 27 (4): 333 – 338, 2004. Consultado 11 oct. 2017. Disponible en <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/27-4/5a.pdf>

ANEXOS



ANEXO 1. PLANTONES USADOS EN EL ENSAYO PRODUCIDOS EN BANDEJAS GERMINADORAS.



ANEXO 2. DISPOSICIÓN DE LOS PLANTONES A 0,20 METROS ENTRE PLANTAS.



ANEXO 3. DISPOSICIÓN DE LOS PLANTONES A 0,40 METROS ENTRE PLANTAS.



ANEXO 4. VISTA PARCIAL DE LA TOMA DE DATOS Y DEL ENSAYO A LOS 15 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.



ANEXO 5. VISTA PARCIAL DEL ENSAYO A LOS 33 DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE.



ANEXO 6. VISTA PARCIAL DEL PRIMER ARREGLO CON 1.70 M ENTRE SURCO DEL ENSAYO A LOS 50 DDT.



ANEXO 7. VISTA PARCIAL DEL SEGUNDO ARREGLO CON 1.70 M ENTRE SURCO DEL ENSAYO A LOS 50 DDT.



ANEXO 8. VISTA PARCIAL DEL TERCER ARREGLO CON 1.70 M ENTRE SURCO DEL ENSAYO A LOS 50 DDT.