

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS
LICENCIATURA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA

Efecto del compost y el lombricompost utilizados en mezcla de sustratos sobre el rendimiento, calidad y rentabilidad del tomate (*Solanum lycopersicum* L) cultivado en altas densidades, en El Coyol, Barrio San José, Alajuela.

Trabajo de graduación sometido a consideración del Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía.

Ramón Guillermo Araya Umaña
Heredia, Costa Rica.

Marzo 2021

Trabajo de graduación aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional, para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía.

...

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

.....

M.Sc. Fabio Chaverri Fonseca

Decano de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar a.i.

Dr. Rafael Evelio Granados Carvajal

Director de la Escuela de Ciencias Agrarias

MGA. Diego Aguirre Rosales M Sc.

Tutor

M Sc. Fernando Mojica Betancourt

Lector

Alfredo Bolaños Herrera PhD.

Lector

Ramón Guillermo Araya Umaña

Postulante

RESUMEN

Este ensayo se realizó para determinar el efecto de dos dosis de compost y dos de lombricompost mezclados con un sustrato base sobre rendimiento, calidad y el costo de producción del tomate cultivado en alta densidad, con despunte para cosechar un racimo por planta, en la localidad de El Coyol, Barrio San José, Alajuela. Las plántulas del híbrido Mercury, se sembraron en bolsas de vivero negras con capacidad de 3,5 kg. Se establecieron 21 plantas de tomate por m² y se despuntaron en la tercera hoja después del primer racimo. El tratamiento T5 consistió en la mezcla base de suelo y granza de arroz. En el T1 y T2 se sustituyó un 10 y un 20 % del peso de la mezcla con compost, en el T3 y T4 se sustituyó con lombricompost un 10 y 20% del peso la mezcla base. Se evaluó días de trasplante a cosecha, altura de planta al racimo, duración del ciclo de cultivo, número y peso de frutos por categoría. El análisis de varianza realizado no mostró diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas. La altura de planta al racimo fue 61,0 cm. La cosecha de los tratamientos se inició a los 61 días y el ciclo de cultivo fue de 91 días para todos los tratamientos. Para la categoría de frutos grandes se obtuvo una producción de 5 frutos con un peso total de 1103,98 g, para frutos medianos la producción fue de 6,8 frutos y un peso de 1092,68 g por parcela útil. El mayor rendimiento total obtenido fue de 2,54 kg y 13,2 frutos por parcela útil.

El menor costo de producción se obtuvo con el T5, ₡ 8 994,59 por m², distribuidos en costo de insumos ₡4 072,48, mano de obra ₡3 219,00 y consumo de capital ₡1702,66.

SUMMARY

This test was carried out to determine the effect of two doses of compost and two of vermicompost mixed with a base substrate on yield, quality and the cost of production of tomato grown in high density, with topping to harvest a cluster per plant, in the locality from El Coyol, Barrio San José, Alajuela. The Mercury hybrid seedlings were sown in black nursery bags with a capacity of 3.5 kg. 21 tomato plants per m² were established and were blunted on the third leaf after the first cluster. Treatment T5 consisted of the base mixture of soil and rice pellets. In T1 and T2 10 and 20% of the weight of the mixture was replaced with compost, in T3 and T4 10 and 20% of the weight of the base mixture was replaced with vermicompost. Days from transplant to harvest, plant height to the first cluster, duration of the cultivation cycle, number and weight of fruits by category were evaluated. The analysis of variance carried out did not show significant differences for any of the variables evaluated. The plant height to the first bunch was 61.0 cm. The harvest of the treatments began at 61 days and the cultivation cycle was 91 days for all treatments. For the category of large fruits, a production of 5 fruits was obtained with a total weight of 1103.98 g, for medium fruits the production was 6.8 fruits and a weight of 1092.68 g per useful plot. The highest total yield obtained was 2.54 kg and 13.2 fruits per useful plot. The lowest cost of production was obtained with T5, ₡ 8 994.59 per m², distributed in cost of inputs ₡ 4 072.48, labor ₡ 3 219.00 and capital consumption ₡ 1702.66.

AGRADECIMIENTO

De manera particular al Dr. Alfredo Bolaños Herrera por todo el apoyo brindado para la realización de este proyecto, por sus consejos y especialmente por su amistad.

Al MGA. Diego Aguirre Rosales que me motivo a realizar el trabajo final de graduación, por fungir como tutor y apoyarme durante el trabajo y, sobre todo, la paciencia para permitirme lograr llevarlo a la finalización.

Al M Sc. Fernando Mojica Betancour por su apoyo en la realización de este trabajo final.

A mi familia que colaboró en todo el proceso de realizar el trabajo de graduación. Su participación en todas las labores me permitió llevar a buen puerto el trabajo en el campo.

Al Ing. Luis Sánchez Chacón MBA. por su colaboración y consejos en el estudio de costos realizado.

A todos los que de una u otra forma han formado parte del camino recorrido, quienes me han permitido aprender y, sobre todo, me permiten seguir aprendiendo.

Tabla de contenido

RESUMEN	III
SUMMARY	IV
AGRADECIMIENTO	V
Lista de figuras	XI
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general	2
1.2 Objetivos específicos	3
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Agricultura urbana.....	4
2.2 Cultivo de tomate	6
2.3 Densidades en tomate y manejo.....	7
2.4 Cosecha del tomate	8
2.5 Normas de clasificación.....	9
2.6 Sustratos.....	10
2.6.1 El suelo.....	11
2.6.2 Granza de arroz	11
2.7 Abono orgánico	11
2.7.1 Compost	12
2.7.2 Lombricompost	12
III. METODOLOGÍA	13
3.1 Localización	13
3.2 Clima.....	13
3.3 Condiciones del terreno	13
3.4 Medios de crecimiento y su preparación de los tratamientos.....	14
3.4.1 Suelo	14
3.4.2 Preparación de tratamientos	14
3.5 Equipo y materiales utilizados.....	14
3.6 Material vegetal	15
3.7 Tratamientos	15
3.8 Diseño del experimento	16
3.9 Descripción de ensayo y manejo.....	17
3.9.1 Descripción del ensayo	17
3.9.2. Fertirriego	18

3.9.3 Protección de lluvias	20
3.9.4 Tutorio	20
3.9.5 Podas	21
3.9.6 Control sanitarios	22
3.9.7. Cosecha	23
3.10 Variables evaluadas	23
3.11 Análisis estadístico	24
3.12 COSTOS	25
IV. RESULTADOS	26
4.1 Días de trasplante a floración.....	26
4.2 Días de trasplante a inicio de cosecha	26
4.3 Altura de planta al racimo (cm).....	27
4.4: Altura de la planta (cm):.....	27
4.5 Días en cosecha	27
4.6 Duración del ciclo de cultivo	28
4.7 Clasificación de los frutos según la norma técnica por calidad (MEIC et al, 2004).....	28
4.8 Clasificación de los frutos por tamaño según la norma técnica (MEIC et al, 2004).....	28
4.8.1 Frutos grandes	28
4.8.2 Frutos medianos	29
4.8.3 Frutos pequeños	29
4.8.4 Número de frutos y rendimiento total (g)	30
4.8.5 Proyección del número de frutos y rendimiento (kg) por m ²	32
4.9 Costos	33
V. DISCUSIÓN.....	39
5.1 Días de trasplante a floración.....	39
5.2 Días de trasplante a inicio de cosecha	40
5.3 Días de cosecha (duración de la cosecha).....	41
5.4 Altura de planta al primer racimo y al despunte.....	43
5.5 Duración del ciclo de cultivo	44
5.6 Rendimiento	45
5.7 Análisis costos	46
VI. CONCLUSIONES	48
VII. RECOMENDACIONES.....	49
VIII. REFERENCIAS (según norma APA).....	50

IX. ANEXOS..... 54

Lista de tablas

Tabla 1: <i>Composición del sustrato utilizado en el crecimiento del cultivo de tomate, El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.</i>	16
Tabla 2: <i>Cantidad de sales minerales para la preparación de las disoluciones madres.</i>	20
Tabla 3: <i>Altura promedio (cm) al racimo de tomate para los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.</i>	27
Tabla 4: <i>Promedio de altura (cm) de planta de tomate al despunte. El Coyol, Barrio San José, Alajuela 2018.</i>	27
Tabla 5: <i>Número de frutos y peso (g) de frutos de tomate grandes para los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.</i>	29
Tabla 6: <i>Media de número de frutos y peso (g) de los frutos de tomate medianos para los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018</i>	29
Tabla 7: <i>Media de número y peso (g) de frutos de tomate pequeños para los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018</i>	30
Tabla 8: <i>Frutos de tomate clasificados por tamaño y su aporte porcentual al rendimiento total. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018</i>	32
Tabla 9: <i>Rendimiento (g) de tomate por tamaño y su aporte porcentual al rendimiento total. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018</i>	32
Tabla 10: <i>Proyección a un m² de la producción de frutos de tomate clasificados por tamaño y total de frutos en los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.</i>	33
Tabla 11: <i>Proyección a un m² del rendimiento de tomate (Kg/m²) clasificados por tamaño. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.</i>	33
Tabla 12: <i>Costos de insumos (m²) utilizados en el T5 en el cultivo de tomate con despunte temprano. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.</i>	34
Tabla 13: <i>Costo de mano de obra (m2) empleada en el T5 en el cultivo de tomate con despunte temprano. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.</i>	34
Tabla 14: <i>Consumo de capital fijo incurrido en el T5 en el cultivo de tomate con despunte temprano. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.</i>	35
Tabla 15: <i>Costos de las subpartidas en el T5 del ensayo en colones y su equivalencia en porcentaje, El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018</i>	35
Tabla 16: <i>Porcentaje del rubro con respecto al subtotal de la partida y al costo total, porcentaje del subtotal de la partida con respecto al costo total, El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.</i>	36

Tabla 17: <i>Costos de insumos (m²) utilizados en el T1 en el cultivo de tomate con despunte temprano. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.</i>	37
Tabla 18: <i>Costos de las partidas en el T1 del ensayo en colones y su equivalencia en porcentaje, El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018</i>	37
Tabla 19 : <i>Distribución porcentual de las partidas que conforman los costos de los tratamientos evaluados en el ensayo, El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018</i>	38
Tabla 20: <i>Diferencia en colones entre el costo total de los tratamientos evaluados en el cultivo de tomate con despunte El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018</i>	38

Lista de figuras

- Figura 1: *Plantas despuntadas a diferente número de racimo. Fuente Santos y Sánchez (2003).* 8
- Figura 2: Grados de madurez del tomate (de izquierda a derecha): 1, verde maduro; 2, inicio de color; 3, pintón; 4, rosado; 5, rojo pálido; y 6, rojo. Fuente: López, 2003. 9
- Figura 3: Distribución aleatorizada de los tratamientos del ensayo de tomate. La planta de tomate es representada por X. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 17
- Figura 4: Tamaño de la bolsa utilizada para la siembra de tomate en los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018. 18
- Figura 5: Sistema de riego utilizado para la producción de tomate en alta densidad, El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018 19
- Figura 6: Tutoras y líneas de mecate para realizar el amarre de las plantas de tomate. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018. 21
- Figura 7: *Despunte de la planta sobre la tercera hoja después del primer racimo. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.* 22
- Figura 8: Gusano Spodoptera sp atacando los frutos de tomate en el ensayo. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018. 23
- Figura 9: Inicio de la floración del tomate en los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018. 26
- Figura 10: Promedio del número de frutos de tomate de primera calidad para los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018 28
- Figura 11: Distribución de los frutos de tomate por tamaño en los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018. 30
- Figura 12: Distribución rendimiento (g) de tomate por categoría. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018. 31
- Figura 13: Inicio de la floración del tomate en los tratamientos evaluados: la fecha azul muestra los primordios foliares, la fecha amarilla muestra una flor abierta, El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018. 40
- Figura 14: Racimo floral de híbrido Mercury con A: tomate cuajado y B: flores abiertas, El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018. 42
- Figura 15: Alargamiento del raquis del racimo floral en el híbrido Mercury, El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018. 43

Anexo

Anexo A. Resultado del análisis químico efectuado a los tratamientos evaluados para la producción de tomate despuntado a un racimo. El Coyol, Alajuela, 2018	54
Anexo B. Interpretación de los resultados de análisis químico del suelo empleado para la mezcla usada en los tratamientos evaluados en la producción de tomate según la guía para la interpretación de análisis de suelos utilizada por el MAG. El Coyol, Alajuela, 2018.	55
Anexo C. Análisis de variancia de la altura al racimo de tomate en los tratamientos evaluados. El Coyol, Alajuela, 2108	56
Anexo D. Análisis de variancia de la altura de planta tomate a la tercera hoja después del primer racimo. El Coyol, Alajuela, 2108	57
Anexo E. Análisis de varianza del número promedio de frutos de primera calidad. El Coyol, Alajuela, 2018.	58
Anexo F. Total de frutos por de tomate de primera calidad en plantas de tomate despuntadas a un racimo. El Coyol, Alajuela. 2018.	59
Anexo G. Análisis de varianza de los frutos de tomate de tamaño grande. El Coyol, Alajuela, 2018.	60
Anexo H. Análisis de varianza del rendimiento de frutos de tamaño grande (g). El Coyol, Alajuela, 2018.	61
Anexo I Análisis de varianza de frutos tamaño mediano producidos por tratamiento. El Coyol de Alajuela, 2018.	62
Anexo J Análisis de varianza del rendimiento promedio (g) de frutos de tomate mediano. El Coyol de Alajuela, 2018..	63
Anexo K Análisis de varianza del número de frutos pequeño por tratamiento. El Coyol, Alajuela, 2018.	64
Anexo L. Análisis de varianza del rendimiento en frutos pequeños (g) por tratamiento. El Coyol de Alajuela, 2018.	65
Anexo M. Análisis de varianza del rendimiento total (g) de los tratamientos de tomate con despunte a un racimo. El Coyol, Alajuela, 2018.	66
Anexo N. Numero de frutos y peso (g) del total frutos de tomate. El Coyol de Alajuela. 2018	67
Anexo O. Costos de insumos (m ²) utilizados en el T2 en el cultivo de tomate con despunte temprano. El Coyol, Alajuela. 2018.	68

Anexo P. Costos de las subpartidas en el T2 del ensayo en colones y su equivalencia en porcentaje, El Coyol, Alajuela. 2018.	69
Anexo Q. Costos de insumos (m ²) utilizados en el T3 en el cultivo de tomate con despunte temprano. El Coyol, Alajuela. 2018.	70
Anexo R. Costos de las subpartidas en el T3 del ensayo en colones y su equivalencia en porcentaje, El Coyol, Alajuela. 2018	71
Anexo S. Costos de insumos (m ²) utilizados en el T4 en el cultivo de tomate con despunte temprano. El Coyol, Alajuela. 2018.	72
Anexo T. Costos de las subpartidas en el T4 del ensayo en colones y su equivalencia en porcentaje, El Coyol, Alajuela. 2018	73

I INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las áreas urbanas y pequeños poblados rurales han crecido en forma acelerada, la expansión sobre el territorio circundante a las ciudades genera áreas en las que se desarrollan diversas actividades. El crecimiento de las ciudades, aumento de espacios y concentración de la población provoca la disminución y absorción de áreas dedicadas a cultivos y ganadería. A su vez, esta concentración de habitantes hace que la demanda por alimentos aumente fuertemente (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2013).

La identificación de segmentos de mercados con una aceptable rentabilidad, entre los que se destacan los vecindarios y la necesidad de contar con alimentos frescos, sometidos a aplicación de pocos agroquímicos y de calidad en forma permanente, ha motivado en unos casos a agricultores desplazados a volver y en otros a permanecer en la producción agrícola (Santandreu, Gómez, Terile y Ponce, 2009).

En Costa Rica, la siembra de hortalizas se realiza, mayormente, en el Valle Central y alrededores, los que conforman la gran área metropolitana, donde radica la mayor concentración de habitantes del país. Los cultivos son principalmente realizados a campo abierto, lo que conlleva una serie de problemas acumulativos por tener plantaciones todo el año. Las plagas de insectos y enfermedades se incrementan por el monocultivo, por la presencia de plagas polífagas y su control está centrado en el uso de plaguicidas químicos (Ramírez y Nienhuis, 2012).

Para el caso del tomate, según López (2012), su cultivo se encuentra situado tanto en áreas rurales como en la periferia o dentro de la ciudad, con la característica de que los espacios que utiliza son espacios medianos, a cielo abierto, pero con protección de bandas de plástico. Otra parte es cultivada en invernaderos de regular tamaño. La densidad de siembra empleada es de 3 plantas/m², con un uso intensivo de agroquímicos para el control de plagas, así como para la nutrición del cultivo. La tecnología que se desarrollada en el país se enfoca en el uso de agroquímicos, con algún esfuerzo en manejo integrado de plagas, pero pocos se han realizado para disminuir su uso o moverse hacia la parte orgánica.

Con la migración de agricultores a los centros urbanos, que para el caso de Costa Rica representa un 2,1% (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2014), la absorción por la ciudad de las zonas agrícolas aledañas y la introducción de nuevas tecnologías de producción, entre ellas, la producción orgánica, la producción hidropónica y las de cultivos protegidos, ha permitido que la agricultura se haya podido establecer en espacios antes vedados, como suelos poco fértiles, con pendiente o rocosos. En el ámbito urbano, se ha desarrollado en pequeñas áreas como las terrazas,

patios o zonas verdes de las casas, donde se siembran principalmente hortalizas de porte bajo, que permite una alta densidad y tienen un ciclo corto, lo que permite el consumo familiar y la venta de excedentes (FAO, 2013).

La política y la tecnología para el cultivo de tomate que se genera en diferentes países se enfoca a solventar la problemática de productores de mediano a gran tamaño, generalmente de una forma convencional: semillas, fertilizantes y pesticidas sintéticos. Este tipo de tecnología no es útil para los productores periurbanos y urbanos, algunos considerados de traspatio, en principio por el perjuicio que podrían provocar a sus vecinos o familia, y, en segundo lugar, los espacios con que cuentan son pequeños. Además, la tecnología convencional conlleva una gran inversión por ciclo de cultivo que no está acorde con los recursos financieros disponibles en estas familias (Gómez, 1987).

La importancia de la agricultura a pequeña escala, urbana o periurbana ha ido creciendo hasta el punto que la FAO (2013) indica que 10 países firmaron la Declaración de Quito como un compromiso de promover proyectos, programas y políticas de agricultura urbana que permitan fortalecer la seguridad alimentaria.

Como aporte a la seguridad alimentaria y nutricional en la producción que se realiza en pequeños espacios de nuestro país, especialmente para la que se hace en los traspacios de los hogares humildes, muchas veces administrados por amas de casas, que permite mejorar la nutrición de los integrantes de la familia y generar un ingreso de dinero extra, el cual podría, en algunos casos representar su único ingreso, se plantea este trabajo exploratorio, enfocado a determinar la respuesta del cultivo de tomate sembrado en contenedores individuales a alta densidad y manejado con despunte para dejar un racimo por planta, con el uso de dos dosis de compost y dos de lombricompost en mezcla con un relleno base, el cual estará constituido por un 60 % de tierra y un 40 % granza de arroz, que se denominara sustrato.

1.1 Objetivo general

Determinar el efecto de la utilización de dos dosis de compost y dos de lombricompost en mezcla con un sustrato base sobre el rendimiento, calidad y la rentabilidad del tomate (*Solanum lycopersicum* L) cultivado a una alta densidad con la realización de despunte para cosechar un racimo por planta, en el Coyol, Barrio San José, Alajuela.

1.2 Objetivos específicos

1. Identificar la respuesta en rendimiento comercial (kg/m^2) del tomate a sembrar en contenedores individuales, en alta densidad y con despunte a un racimo usando dos dosis de compost y dos de lombricompost en mezcla con un sustrato base.
2. Determinar la respuesta del tomate en la calidad de los frutos relacionada con tamaño y número de frutos por racimo y sanidad al uso del relleno base, dos dosis de compost y dos de lombricompost en mezcla con el sustrato base.
3. Determinar el costo por m^2 de producir tomate bajo los diferentes tratamientos evaluados.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Agricultura urbana

En general, las áreas periurbanas presentan un alto grado de heterogeneidad porque son zonas de transición y de interacción, en las que se asocian las actividades urbanas y rurales, donde las características del paisaje están sujetas a rápidas modificaciones inducidas por las actividades antrópicas (Feldman et al., 2012; Torres y Rodríguez, 2006). El asentamiento de agricultores desplazados o absorbidos por la ciudad en cinturones de miseria a su alrededor acentúan la heterogeneidad.

Costa Rica no escapa a esta realidad. Para el año 2011, la población era de 4 301 712 habitantes, con una tasa de crecimiento de 1.1 %, con una relación entre hombres y mujeres de 1 a 1. Con una concentración de un 35,3 % de la población en la provincia de San José (INEC, 2012).

La distribución de la población en urbano y rural, muestra que un menor porcentaje se encuentra en la zona rural con tendencia a disminuir aún más, pues presentó una tasa de crecimiento negativa motivada por la migración hacia las áreas urbanas, la que presentó un crecimiento de población del 3 % para el mismo periodo.

El proceso de crecimiento urbano, que se refleja en la urbanización del país, se detecta al comparar el censo del 2012 con los anteriores. La población urbana constituía un 59,0 % para el año 2000 y pasó a un 72,8 % para el 2011, lo cual parece estar asociado con la migración interna (INEC, 2012).

El crecimiento de la población urbana no se ve necesariamente reflejado en un aumento de fuentes de empleo o bien los requisitos para obtener un trabajo no son cumplidos por los migrantes o desplazados. La necesidad de disponer de alimentos y dinero ha motivado a los pobladores desplazados a reintegrarse a la producción agrícola en pequeñas áreas, con escasos recursos y poca ayuda técnica, lo que permite mejorar su nutrición como también mejorar sus ingresos por la venta de los productos sobrantes a sus vecinos.

El desarrollo de la agricultura en las zona urbana y periurbana es una herramienta para combatir la pobreza pues genera fuentes de empleos, producción de alimentos y venta de excedentes (Revista Agricultura Rural Urbana [RUAF], 2001). Cerca de 800 millones de personas se ven involucradas en este tipo de producción agropecuaria por la necesidad de encontrar alternativas para atenuar y revertir el creciente desempleo, por ejemplo, en Montevideo y Rosario, la crisis económica provocó limitaciones de acceso a alimentos, nutrición deficiente y la necesidad de ahorrar en el gasto familiar

(Santandreu et al., 2009). Los problemas de acceso a los alimentos de los sectores socialmente vulnerables dieron pie a una demanda creciente de tecnología y de nuevas alternativas de producción (Giordano y Golsberg (Comp.), 2013) favorecidas por dos factores principales: a nivel mundial, el cambio de preferencias de los consumidores hacia alimentos con menos agroquímicos, con valor nutritivo y con buena apariencia (Márquez y Cano, 2005); así como la aparición de ONG dedicadas a defender el medio ambiente y evitar la contaminación ambiental, lo cual crea una mayor concientización por las consecuencias del cambio climático.

El deterioro del ambiente ha ido en aumento por diversas causas, entre las cuales destacan prácticas agrícolas mal empleadas, uso intensivo de recursos y fuerte dependencia de recursos externos, principalmente herbicidas, fertilizantes y plaguicidas, así como una mala disposición de los envases. Se suma a esto la contaminación de las fuentes de agua superficiales por los desechos de la ciudad (Velasco, Miranda, Nieto y Villegas, 2004).

Márquez, Cano y Rodríguez (2008) mencionan que la tendencia mundial de la sociedad que se basa en una creciente preocupación por la calidad de vida y protección del ambiente ha generado la inquietud de buscar alternativas que sustituyan o disminuyan el uso de productos de síntesis. Por estas causas, una parte de los productores ha ido modificando las prácticas utilizadas tradicionalmente en la producción agrícola para establecer como alternativa el manejo de sistemas de producción sustentables, en donde la fertilización química usada tradicionalmente es sustituida, sea en forma parcial o total, por productos orgánicos, unido a la aplicación de prácticas de control de plagas con productos alternativos (Moreno, Valdés y Zarate, 2005; Velasco et al., 2004).

La tendencia es usar en forma eficiente y en menor cantidad los insumos químicos o sustituirlos por productos orgánicos para evitar los perjuicios en la salud, tanto de los habitantes de la casa donde se producen como la de los vecinos; así como la adaptación de tecnologías para emplear en pequeña escala.

El crecimiento a nivel mundial de la agricultura orgánica y el auge adquirido por el reciclaje de los residuos orgánicos para la producción de bocashi, compost y lombricompost ha permitido disminuir el uso de fertilizantes químicos en cierta medida. El uso de estos productos como sustrato o como fertilizante para producir diferentes hortalizas, entre estas el tomate, es mencionado por diferentes autores (Cabrera, 1999; Márquez, Cano y Rodríguez, 2008; Quesada, 2011). Con este enfoque en la Universidad de Chapingo se han realizado estudios para aumentar la densidad de siembra en el tomate

con rendimientos similares o parecidos a los obtenidos en plantaciones de manejo convencional lo que podría permitir su cultivo en las huertas o patios caseros (Cabrera, 1999; Márquez, Cano, Chew, Moreno y Rodríguez, 2008).

Según Resh (2001), para que la producción de los cultivos hortícolas sea rentable es necesario que estos den origen a cosechas elevadas, de calidad, libres de plagas y enfermedades, donde se utilice la menor cantidad de mano de obra posible y exista una mayor eficiencia en el uso de recursos e insumos. Por estas razones, se ha empleado la forma de cultivo protegido, donde en pequeñas extensiones de terreno y con poca disponibilidad de agua se logran producciones excelentes.

2.2 Cultivo de tomate

El tomate es la hortaliza más difundida en el mundo. Su demanda aumenta continuamente, lo que induce a aumentar las áreas de producción o bien intensificar y mejorar las técnicas de producción (Cruz y Matías, 2010; López, 2012). A nivel nacional, el consumo ha variado ligeramente en los últimos años, pero en promedio, para el año 2015, se consumieron 18,78 kg por persona (PIMA, 2016).

El centro de origen del tomate se sitúa en la planicie costera occidental de Sudamérica (León, 1987; Pérez, Hurtado, Aparicio, Argueta y Larín, 2002), nombrado como *Lycopersicum esculentum* Mill, pero ha sido renombrado como *Solanum lycopersicum* L (Jano, citado por Andrango y Castro, 2013).

La planta de tomate es de porte arbustivo y, según la variedad, puede tener porte erecto, semirastrero o rastrero. Su crecimiento puede ser determinado e indeterminado (León, 1987; Pérez et al, 2002).

La semilla del tomate es aplanada y de forma lenticelar. El sistema radicular está compuesto por una raíz principal, raíces secundarias y las adventicias (León, 1987). La raíz principal se pierde cuando el almácigo se realiza en bandejas, Las raíces secundarias sirven principalmente de anclaje Las raíces adventicias absorben los nutrientes y su vida útil es corta por lo que se producen constantemente. El 70 % de las raíces se localizan a menos de 0,20 m de profundidad (Atilano, 2008; Pérez et al., 2002).

Según el hábito de crecimiento, el tallo puede alcanzar de 0,5 m a 4,0 m de largo. El diámetro de este puede variar de 2 a 4 cm en la base, cubierto de pelos glandulares (León, 1973; Atilano, 2008).

Las hojas del tomate son pinnadas compuestas, con un foliolo terminal y hasta ocho folíolos laterales que pueden ser compuestos. Las hojas se disponen de forma alterna en el tallo, en las plantas con

crecimiento indeterminado, se nombran A, B y C, después de las cuales se sitúa el racimo. Andrango y Castro (2013) responsabilizan a la hoja A del 75 % de la nutrición del fruto, a la B de un 8% y a la C de un 7,5 % para el racimo anterior y un 7,5 % para el racimo posterior.

Los frutos del tomate se producen en racimos de número variable. La forma del fruto va a depender de la variedad o híbrido, puede ser redondeada, aplanada, ovalados alargados, forma de pera u otros. Su color puede ser rojo, amarillo, anaranjado, entre otros (Andrango y Castro, 2013).

El fruto del tomate al alcanzar su madurez fisiológica inicia con un cambio de color hasta llegar a un color intenso señal de su máxima maduración. Las frutas se pueden cosechar desde su etapa verde-madura hasta las etapas de coloración completa. El tomate es un fruto climatérico, cuyo proceso de maduración se acelera al cortarlo. A nivel nacional los frutos son cortados pintones y pintón maduro (López, 2003).

2.3 Densidades en tomate y manejo

La densidad de siembra en el tomate está relacionada con el cultivar seleccionado, los cuales pueden variar en la forma de crecimiento, vigor y el tipo de manejo de la plantación. La densidad de la plantación de tomate convencional fluctúa entre 3 y 4 plantas de tomate por m², con una duración de hasta 8 meses para una cosecha de más de 10 racimos por planta (Atilano, 2008). El mismo autor menciona densidades de 8 plantas por m² donde se cosechan entre tres y cuatro racimos.

Ucan, Sánchez, Contreras y Corona (2005) señalan que como parte de nuevas tecnologías se ha evaluado el aumento de densidades, despuntes según número de racimos a cosechar y uso de abonos orgánicos. El despuntado es la acción de eliminar el brote terminal por encima de la segunda o tercera hoja después del racimo, es posible ver la formación de flores del siguiente piso por debajo del cual se corta el brote (Morales, 2007).

Se evaluaron densidades de 12 plantas por m² para realizar cosechas de 3 racimos por planta con producciones rentables (Ucan et al., 2005). Para lograr esto, las plantas son manejadas a un tallo con despunte de dos hojas sobre la flor del tercer racimo. Sánchez y Ponce (1998) realizaron un ensayo sobre diferentes densidades de plantación de tomate con despuntes a uno, dos, tres y cinco racimos por planta (*Figura 1*), donde la densidad para cada uno de los despuntes fue de 24, 16, 12 y 6 plantas por m². Ellos no encontraron diferencias en los rendimientos por unidad de superficie, lo que brinda

una ventaja a la mayor densidad, pues el periodo de tiempo entre siembra y cosecha permite realizar mayor cantidad de ciclos por año.

Santos y Sánchez (2003) al realizar un ensayo sobre diferentes densidades de población, arreglos de dosel y despuntes de tomate encontraron diferencias significativas entre el rendimiento (kg) y número de frutos con un arreglo de dosel escaleriforme utilizando una densidad de 25 planta/m² con respecto a los otros tratamientos. Cuando usaron una densidad de 25 plantas por m² despuntado a un racimo no encontraron diferencias con respecto al testigo constituido por 6 plantas por m² sin despuntar.

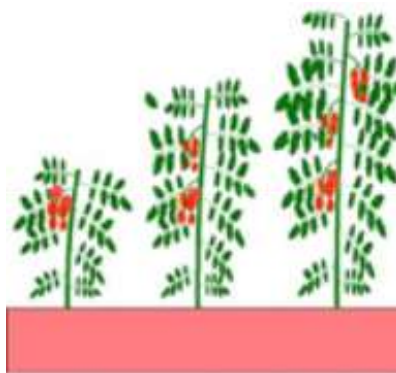


Figura 1: *Plantas despuntadas a diferente número de racimo. Fuente Santos y Sánchez (2003).*

2.4 Cosecha del tomate

La maduración fisiológica del fruto del tomate es indicada por el inicio del cambio de color, a partir del cual es posible realizar la cosecha. López (2003) clasificó el grado de madurez del tomate en 6 etapas donde fácilmente se diferencia el color, pero también por implicar periodos diferentes para llegar a la madurez o coloración completa (Figura 2). El grado de madurez al que se coseche va a depender de la distancia del mercado al que se dirija el producto, entre otros factores, pero, aunque se coseche en grado 1 siempre va a alcanzar la madurez y coloración completa pues es un fruto climatérico (Lardizábal y Cerrato, 2009).



Figura 2: Grados de madurez del tomate (de izquierda a derecha): 1, verde maduro; 2, inicio de color; 3, pintón; 4, rosado; 5, rojo pálido; y 6, rojo. Fuente: López, 2003.

2.5 Normas de clasificación

Las normas de clasificación empleadas en Costa Rica para el consumo de tomate en estado fresco son expuestas en el Decreto N° 31890-MEIC-MAG-S Reglamento Técnico RTCR 379:2004 (2004). En el punto tres de este se brindan las disposiciones relativas a la calidad. En el punto 3.1 se describen los requisitos mínimos de calidad que debe tener el tomate fresco para ser comercializado en el país:

- 3.1.1 Tener una consistencia firme y compacta.
- 3.1.2 Estar enteros y sanos.
- 3.1.3 Estar exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica.
- 3.1.4 Estar limpios, exentos de materias extrañas visibles, tierra y materias orgánicas.
- 3.1.5 Estar exentos de olores y sabores extraños.
- 3.1.6 Estar bien formados

De acuerdo con los requisitos mínimos y la tabla sobre límites máximos de defectos permitidos, el tomate se clasifica por calidad en tres categorías:

- 1) grado de calidad 1°
- 2) grado de calidad 2°
- 3) grado de calidad 3°.

El mismo reglamento indica en el punto 5 que el calibre del tomate se determina por su diámetro mayor en la sección ecuatorial, lo que los clasifica en los siguientes tamaños:

1. Grande: mayor o igual a 8 cm.
2. Mediano: menor a 8 cm y hasta 6 cm.
3. Pequeño; menor de 6 cm hasta 4 cm.

2.6 Sustratos

Sánchez (2003) señala que sustrato es un medio sólido inerte, que tiene una doble función: la primera, anclar y aferrar las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles la respiración, y la segunda, contener el agua y los nutrientes que las plantas necesitan. Describe a un sustrato como todo material sólido distinto del suelo natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, lo cual desempeñará, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

Las definiciones de sustratos son enfocadas en producciones bajo condiciones protegidas y con un grado de inversión que oscila entre medio y alto, en donde se descalifica el uso del suelo para tal fin. Calderón y Cevallos citados por Quesada (2011) definen el sustrato como un medio sólido, diferente al suelo, que tiene por un lado la función de anclar y servir para que se aferren las raíces donde se protegen de la luz y les permite respirar; además contener el agua y los nutrientes que las plantas necesitan. Los sustratos por sus propiedades físicas y químicas afectan el comportamiento de la planta.

Diferentes autores (Cabrera, 1999; Ortega, 2010) señalan que el sustrato debe presentar un balance entre sus fases: sólida un 30 %, gaseosa 30 % y la fase en estado líquido en un 40%, con lo cual facilitarían el desarrollo del sistema radicular. Cabrera (1999) indica que la propiedad más importante de un sustrato son sus características físicas, pues no es posible mejorarlas una vez establecido el cultivo.

La definición de sustratos excluye al suelo como sustrato, pero para muchos productores urbanos y periurbanos o para personas que se inician en huertas caseras, el suelo es parte de una mezcla para tener una base barata y fácil de conseguir para llenar los recipientes donde sembrar las plantas.

2.6.1 El suelo

Se define suelo como las capas superiores de la corteza, su composición varía de acuerdo con los materiales parentales del cual se origina, de las condiciones climáticas a las que se ve sometido y a la acción de los microorganismos, lo cual significa el transcurrir de mucho tiempo. Garro (2016) define el suelo como una estructura dinámica con la interacción de microorganismos, materia orgánica y material parental lo que da origen a la estructura del suelo.

2.6.2 Granza de arroz

La granza de arroz es un subproducto del proceso de obtención del arroz para consumo. Por muchos años se consideró un desecho hasta que se identificó la posibilidad de emplearlo en la producción como sustrato o parte del sustrato.

La granza se considera un sustrato orgánico con un alto contenido de sílice lo cual se refleja en una baja tasa de descomposición. Es un material liviano que no se compacta por lo cual tiene un buen drenaje y aireación, la partícula es de mayor tamaño que la del aserrín (Betancourt, 2000). El buen drenaje que presenta se transforma en una baja retención de humedad inicial y es difícil conservar la humedad homogéneamente cuando se usa como sustrato único en camas o bancadas. A medida que envejece va aumentando su capacidad de retención de humedad (Betancourt, 2000)

La granza de arroz puede ser usada como: granza fermentada, granza cocinada y granza quemada

La cascarilla quemada se descompone de forma más lentamente que la cascarilla de arroz cruda o cocinada, debido a que los microorganismos (bacterias) atacan con menos facilidad el carbón resultante de la cascarilla de arroz quemada.

2.7 Abono orgánico

Los materiales que existen para elaborar abonos orgánicos son diversos, varían según el lugar y la disponibilidad con que se puedan encontrar. Esto hace que se deban adaptar los principios básicos y la tecnología para la producción a lo ya existente en el lugar de acuerdo con el tipo de abono que se quiera elaborar (Calvo y Villalobos, 2010).

Chiriboga, Gómez y Andersen (2015) definen los bioinsumos como productos de origen biológico formulados con microorganismos o con compuestos bioactivos microbianos que son utilizados para mejorar la productividad, calidad y salud de plantas o las características biológicas del suelo.

Los abonos orgánicos deben cumplir con la normativa vigente emitida por las diferentes instituciones que regulan tanto la parte agrícola como la salud; además con las regulaciones dadas por normas nacionales o internacionales de certificación (Garro, 2016).

2.7.1 Compost

Para Mustin citado por Morales (2007), el composteo es el proceso biológico donde hay descomposición de compuestos orgánicos que al final del proceso forma un producto estable y rico en sustancias húmicas. Diversos autores (Garro, 2016; Cruz et al., 2010, Chiriboga et al., 2015) señalan que el compost es el resultado de la descomposición o transformación de la materia orgánica por medio de microorganismos aeróbicos. Los mismos autores indican que la calidad o riqueza como abono que se obtenga por esa transformación va a depender del tipo de materiales utilizados como materia prima, pues de ellos depende el contenido de nutrientes y si afectan la relación C/N que en la etapa final es un indicador de la madurez y la calidad del compost.

Según Garro (2016) para que el compostaje sea adecuado se deben mezclar materiales ricos en carbono, como, por ejemplo, el rastrojo de maíz seco, con materiales ricos en nitrógeno como los estiércoles y leguminosas. El mismo autor señala que el producto final, el compost, debe tener una relación carbono nitrógeno entre 10 y 15.

Quesada (2011) indica que este tipo de sustratos facilita la aireación de las raíces, la absorción de agua y la retención de los nutrientes lo que evita su pérdida a través del perfil del suelo. Para Morales (2007), el compost contiene tanto macro como micro elementos, tiene una función estabilizadora del pH, facilita la disposición de los nutrientes al disolver los minerales presentes por medio de los ácidos que contiene.

Estudios realizados por Subler et al. y por Atiyeh et al. (citados por Márquez, Cano y Rodríguez, 2008) determinaron que no es recomendable usar más de un 40 % de compost en la composición del sustrato.

2.7.2 Lombricompost

De acuerdo con Durán y Henríquez (2007), el proceso de lombricompost consiste en biooxidación y estabilización de sustratos orgánicos a través de la acción descomponedora de las lombrices y microorganismos que lo convierten en humus. Las propiedades nutricionales varían de acuerdo con la composición del sustrato utilizado. Los estudios realizados por estos autores muestran que el pH del lombricompost se encuentra cercano a 7, lo cual podría deberse, según Bollo (citado por Durán y

Henríquez, 2007, Palominos, 2008), a la presencia de glándulas en la morfología de la lombriz que secretan carbonato de calcio y producen una digestión alcalina.

El lombricompost tiene una gran riqueza microbial que actúa en la supresión de bacterias, hongos y nematodos fitopatógenos (Durán y Henríquez, 2007; Garro, 2016).

El lombricompost es un producto de tamaño fino, con alta porosidad y, por ende, aireación y drenaje, y también una alta capacidad de retención de agua (Moreno, Valdés y Zarate, 2005).

III. METODOLOGÍA

3.1 Localización

El ensayo se realizó en una producción familiar situada en el barrio El Coyol, distrito San José, cantón de Alajuela. La localidad está a una altura de 815 msnm. Las coordenadas donde se sitúa la propiedad son 10° 0' 0" norte y 84° 15' 0" oeste.

3.2 Clima

El clima se clasifica como trópico seco, con una precipitación promedio de 1 940 mm concentrada entre los meses de mayo a diciembre. La temperatura ambiental promedio anual es de 22 °C (Chávez, Araya y Debouck, 2014).

Para el año 2018, en la Estación Meteorológica Aeropuerto Juan Santamaría el mes más lluvioso fue junio con 281,2 mm seguido de agosto con 163,8 mm (IMN, 2018a; IMN, 2018d)

El mes de agosto tuvo una temperatura promedio de 22,0 °C, concordando con el promedio anual establecido, mientras que junio presentó un promedio de 21,9 °C (IMN, 2018a; IMN, 2018d)

3.3 Condiciones del terreno

El lugar donde se realizó el ensayo presentó una condición relativamente plana, lo cual permitió acomodar las bolsas que se usaron de contenedores con pocas prácticas para su acondicionamiento.

Por su localización, hubo acceso sin restricciones.

3.4 Medios de crecimiento y su preparación de los tratamientos

3.4.1 Suelo

El suelo se obtuvo de la propiedad donde se realizó el ensayo. El suelo es arcilloso con un alto contenido de materia orgánica, debido a que se usa como una zona para depositar residuos o los desechos orgánicos del jardín y la zona verde.

El análisis químico realizado mostró la concentración de nutrientes en el suelo empleado como base para la mezcla usada como relleno de las bolsas donde se sembró (Anexo A). Al analizarlo junto a la guía para la interpretación de análisis de suelo utilizada por el MAG (Bertsch, 1987) se muestra deficiente en magnesio, lo cual afecta las relaciones con el calcio y el potasio. El calcio se encuentra en el nivel óptimo, pero muy cerca del nivel bajo, lo cual se refleja al establecer la relación Ca/K.

Los otros nutrientes detectados en el análisis de suelos se encuentran en el rango óptimo según la guía de interpretación mencionada.

3.4.2 Preparación de tratamientos

Para la preparación del sustrato base para el crecimiento de las plantas de tomate se empleó una mezcla de 40 % suelo y 60% de granza de arroz. Para completar un kilogramo de sustrato según el tratamiento se usó del sustrato base 800 o 600 g según la dosis del componente orgánico, compost o lombricompost, que se correspondía (tabla 1).

Una vez preparado cada tratamiento, se procedió a realizar su desinfección con Dazonet, para el control de nematodos, insectos, hongos y la germinación de semillas. Pasado el periodo necesario para que el producto actuara, se abrieron las bolsas, se procedió a revolver el sustrato para que se ventilara y se dejó por una semana en reposo para su uso.

3.5 Equipo y materiales utilizados

Balde plástico

Balanza digital

Bomba de fumigar

Calibrador

Carretillo

Cinta métrica

Computadora

Cámara fotográfica

Cuchillo
Cuchilla
Estacas
Plástico tomatero
Tijeras de podar
Tijeras
Piola
Varillas

3.6 Material vegetal

Para la investigación se utilizaron plántulas de tomate de bola Mercury de la casa productora de semillas Seminis, que tienen la característica de tener un crecimiento indeterminado.

3.7 Tratamientos

Los tratamientos a evaluados estuvieron compuestos por dos dosis de compost, dos dosis de lombricompost y un tratamiento testigo. El tratamiento testigo (T5) estuvo constituido por una mezcla de 60 % de suelo y 40 % de granza de arroz (Tabla 1).

Los tratamientos fueron conformados la cantidad empleada del componente orgánico para completar un kg de la mezcla usada como sustrato:

1. 200 g de compost
2. 400 g de compost
3. 200 g de lombricompost
4. 400 g de lombricompost

Tabla 1: *Composición del sustrato utilizado en el crecimiento del cultivo de tomate, El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.*

Tratamientos	Compost (g)	Lombricompost (g)	Mezcla base (g)
T1	200	0	800
T2	400	0	600
T3	0	200	800
T4	0	400	600
T5	0	0	1000

Fuente propia


3.8 Diseño del experimento

Se usó un diseño completamente aleatorio (DCA) con 5 repeticiones por tratamiento. La distribución de los tratamientos se realizó por medio de la tabla de números aleatorios de Steel y Torrie (1993).

Cada repetición estuvo constituida por 21 plantas de tomate por metro cuadrado, distribuidas en tres hileras, 7 plantas por hilera (figura 3), con una separación de 33 cm entre hileras y 14 cm entre plantas. Se dispuso de 5 repeticiones contiguas para formar una fila de 5 m de largo, de norte a sur. Entre cada fila, de un metro de ancho, se estableció un pasillo de 0,80 m.

La unidad experimental estuvo constituida por las cinco plantas de la hilera central y se descartaron las plantas en las posiciones 1 y 7, además de las hileras situadas en los bordes.

Norte



Este

Fila 5	Fila 4	Fila 3	Fila 2	Fila 1
X X X T1R5 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T4R5 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T4R3 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T3R3 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T3R5 X X X X X X X X X X X X X X X
X X X T2R4 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T2R1 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T3R4 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T1R3 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T3R5 X X X X X X X X X X X X X X X
X X X T4R1 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T1R4 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T3R3 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T5R5 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T5R2 X X X X X X X X X X X X X X X
X X X T3R1 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T4R2 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T2R2 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T1R1 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T4R4 X X X X X X X X X X X X X X X
X X X T1R1 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T1R2 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T2R3 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T2R5 X X X X X X X X X X X X X X X	X X X T5R4 X X X X X X X X X X X X X X X

Figura 3: Distribución aleatorizada de los tratamientos del ensayo de tomate. La planta de tomate es representada por X. El Coyol, Barrio San José, Alajuela.

3.9 Descripción de ensayo y manejo

3.9.1 Descripción del ensayo

Las plántulas de tomate Mercury fueron adquiridas en un vivero especializado con una edad aproximada de 30 días después de la siembra (dds), con un promedio de 4 hojas verdaderas y una altura de 8 cm. La siembra del ensayo se realizó el 6 de junio del 2018 en un lote localizado en la parte de atrás de la casa.

Cada plántula fue sembrada de forma individual en una bolsa de plástico negro con perforaciones, rellena con el tratamiento correspondiente. La altura de la bolsa era de 30 cm y un ancho 20 cm, con una capacidad promedio de 3,5 kg, figura 4.



Figura 4: *Tamaño de la bolsa utilizada para la siembra de tomate en los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.*

El compost y el lombricompost fueron fabricados con base en la excreta de ganado vacuno. El lombricompost fue adquirido en la finca Santa Lucía perteneciente a la Universidad Nacional y el compost se compró en una finca de ganado vacuno para carne estabulado situada en Guácimo, Limón.

Muestras de los tratamientos fueron sometidas a un análisis químico completo en el Laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA), donde se le determinó el contenido de fósforo, potasio, calcio y magnesio, así como el pH, capacidad de intercambio catiónico y la conductividad eléctrica (Anexo A).

3.9.2. Fertirriego

Se realizó la aplicación de fertirriego tres veces por día. La primera aplicación se hizo a las 8:00 a.m., la segunda aplicación realizo a las 10.30 a.m. y la tercera segunda a la 1:00 p.m. Los fertilizantes se

aportaron en una tercera parte de la solución madre recomendada por el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) (citado por Guzmán, 2004). La solución puede ser aplicada a cualquier cultivo y en cualquier estado fenológico, pues se considera una solución estándar que puede suplir los requisitos requeridos por cualquier cultivo.

El nombre de las sales nutritivas y porcentaje de concentración de cada elemento que se aporta en la disolución madre y la cantidad requerida para preparar 4 litros de las disoluciones madres según las soluciones desarrolladas por el INA se muestran en la tabla 2. Con este volumen de disolución se pueden preparar 800 litros para riego al utilizar 5 cc/l de agua de la solución A y 2,5 cc/l de la solución B.

Para la aplicación del fertirriego se usaron goteros autocompensados con capacidad de aplicar 4 litros por hora con 4 derivaciones (figura 5). La duración del fertirriego se estableció en 7 minutos para permitir drenar una parte de la disolución aplicada. Entre cada tres tanques de disolución nutritiva se realizaron dos riegos seguidos con solo agua para el lavado de sales acumuladas en el sustrato.



Figura 5: Sistema de riego utilizado para la producción de tomate en alta densidad, El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018

Tabla 2: Cantidad de sales minerales para la preparación de las disoluciones madres.

Solución madre	Nombre de la sal	Fórmula	Porcentaje (%)	Gramos/4 litros de agua
A	Fosfato monopotásico	KH_2PO_4	55 % P_2O_5 30 % K_2O	200
A	Nitrato de potasio	KNO_3	46 % K_2O 13 % NO_3	464
A	Sulfato de magnesio	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	9 % Mg 12 % SO_4	428
B	Fertilón Combi			20
B	Ácido bórico	H_3BO_3	16,4 % B	4
C	Nitrato de calcio	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	23,3 % Ca 16,5 % N	680

Fuente: Proyecto INA. 2003 (Formulada por Freddy Soto) (citado por Guzmán, 2004).

3.9.3 Protección de lluvias

Una vez hecha la distribución de los contenedores para la siembra, se procedió a establecer los postes para amarrar los tubos sobre los que se instaló el plástico tomatero (Figura 6).

El plástico tomatero utilizado para la cobertura de las hileras tenía un ancho de 1,50 m de ancho y las piezas fueron cortadas de un largo de 7, 0 m para permitir un buen sostén.

3.9.4 Tutoreo

En cada hilera de tomate se fijaron tutores, entre estos se establecieron varias líneas de mecate pita, cada una a diferente altura para amarrar o sujetar las plantas de tomate. La primera línea de mecate se realizó a una altura de 25 cm y las siguientes líneas sobre esta se establecieron cada 25 cm, y se utilizaron dos líneas de mecate para amarrar la planta.



Figura 6: *Tutores y líneas de mecate para realizar el amarre de las plantas de tomate. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.*

3.9.5 Podas

Las hojas senescentes, situadas debajo del racimo y más alejadas de este, se eliminaron para permitir mejor ventilación e iluminación, así como eliminar un posible sustrato de enfermedades. Su eliminación se realizó con el empleo de una tijera de podar

Las plantas se manejaron a un solo tallo, todos los tallos laterales se eliminaron lo más pequeños posibles al ser detectados por medio de las observaciones que se realizaban cada dos días.

Después de que la planta de tomate produjo la tercera hoja sobre el primer racimo de flores, se procedió a despuntarla, según lo recomendado por diferentes autores (Cancino, Sánchez y Espinoza, 1991; Santos y Sánchez, 2003).

Para las pocas plantas de tomate que cuajaron más de cinco frutos por racimo, se procedió a eliminar los mal situados o los deformes.



Figura 7: *Despunte de la planta sobre la tercera hoja después del primer racimo. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.*

3.9.6 Control sanitarios

Al menos dos veces por semana se observó el desarrollo de la planta para descubrir la presencia de enfermedades foliares o insectos.

Se detectó la presencia de gusanos atacando un fruto de tomate por lo que se procedió a la eliminación del fruto dañado. Los gusanos fueron identificados como *Spodoptera* (figura 8).



Figura 8: *Gusano Spodoptera sp atacando los frutos de tomate en el ensayo. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.*

No se observó la presencia de enfermedades de follajes durante el cultivo, por lo cual no se requirió de la aplicación de fungicidas.

3.9.7. Cosecha

La cosecha se realizó cuando el fruto del tomate estaba pintón, en grado 3 de maduración según la clasificación elaborada por López (2003) (figura 1) y se desprendió de forma manual.

3.10 Variables evaluadas

1. Días de trasplante a floración: se contó desde el trasplante hasta el día de la antesis, aparecimiento de las primeras flores.
2. Días de trasplante a inicio de cosecha: se contaron los días desde el trasplante hasta que se cosechó el primer fruto.
3. Altura de planta al racimo: se midió de la base del tallo al racimo. Se realizó cuando se inició con la cosecha de la parcela útil.

La medida se realizó con un flexómetro marca Stanley de 3 m de largo con división de cada milímetro.

4. Altura de la planta: para conocer la altura promedio de las plantas de tomate se midió desde la base del tallo hasta la tercera hoja después del racimo, donde se realizó el despunte. La medida se realizó cuando se acabó la cosecha de los frutos del racimo.

La medida se realizó con un flexómetro marca Stanley de 3 m de largo con división de cada milímetro.

5. Días de cosecha: se contaron los días entre la cosecha del primer futo y el último fruto.
6. Duración total del ciclo de cultivo en días.
7. Clasificación de los frutos según la norma técnica (MEIC et al., 2004) por grado de calidad:
 - a. Número y peso (g) de frutos de primera calidad.
 - b. Número y peso (g) de frutos de segunda calidad.
 - c. Número y peso (g) de frutos de tercera calidad.
 - d. Número y peso (g) total de frutos.

El pesaje de los frutos se realizó con una balanza graduada en gamos marca CAMRY capacidad para pesar un mínimo de 1g y un máximo de 5 kg.

8. Clasificación de los frutos de tomate según la norma técnica (MEIC et al., 2004) por calibres en centímetros los cuales se medirán con un calibrador vernier.
 - a. Número y peso (g) de tamaño grande.
 - b. Número y peso (g) de tamaño mediano.
 - c. Número y peso (g) de tamaño pequeño.

La medida del diámetro ecuatorial de los frutos se realizó en principio por medio de un vernier, pero se confeccionó un medidor de cartón para facilitar el trabajo.

- d. El número y rendimiento (g) de frutos por tamaño y total producido por metro cuadrado.

3.11 Análisis estadístico

Los datos de las variables evaluadas se recolectaron en una matriz en el programa Excel.

Los datos de las variables de rendimiento y calidad se digitaron en el paquete estadístico InfoStat, versión 2008 (Balzarini, Di Rienzo, Robledo , & Casanaves, 2008).

Se planteó aplicar una prueba de Duncan al 5 % si el ANDEVA detectaba diferencias significativas, lo cual no fue necesario.

El modelo estadístico a empleado es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} observación del tratamiento i en la parcela j

μ : media general del ensayo

A_i efecto del abono i donde $i = 1, 2, 3 \dots$

E_{ij} el error experimental.

Los datos de las variables evaluadas sometidas a análisis de varianza se iban a clasificar si existía una diferencia significativa de un 0,05 % utilizando la prueba de Duncan.

3.12 COSTOS

Los costos en los que se incurrió para la producción de tomate en cada uno de los tratamientos se recolectaron y analizaron en una matriz en el programa Excel. Los costos se clasificaron en insumos, mano de obra y consumo de capital fijo (medido a partir de la depreciación de activos). Estos costos fueron agregados y estandarizados a un metro cuadrado de producción, para luego obtener el costo total para el tratamiento testigo, T5. A partir del costo de los insumos en el T5 se determinó el costo de los otros tratamientos.

Para realizar el análisis de costos se utilizó el método de presupuesto parcial, de acuerdo con la metodología del CIMMYT (1998) y se estableció la diferencia entre los costos, en este caso, de los insumos.

IV. RESULTADOS

4.1 Días de trasplante a floración

Los tratamientos no presentaron diferencia en los días del trasplante hasta que la flor estaba plenamente abierta, lo cual sucedió entre los 25 y los 27 días, figura 9.



Figura 9: Inicio de la floración del tomate en los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.

4.2 Días de trasplante a inicio de cosecha

Para los tratamientos T1, T3, T4 y T5 la recolección de los frutos se inició a los 56 días después del trasplante y en el T2 se inició a los 61 días pero no se detectó diferencia significativa.

4.3 Altura de planta al racimo (cm)

El análisis de varianza de los tratamientos para la altura de la planta hasta el racimo no detectó diferencias significativas entre los mismos (Anexo C). La mayor altura de la planta de tomate al racimo fue de 61 cm (tabla 3).

Tabla 3: *Altura promedio (cm) al racimo de tomate para los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.*

Tratamiento	Altura Promedio (cm)
T5	59,2
T2	60
T4	60,8
T3	60,8
T1	61

Fuente propia

4.4: Altura de la planta (cm):

El análisis de variancia realizado para la variable altura de planta a la tercera hoja después del primer racimo, lugar donde se realizó el corte para el despunte, no mostro diferencias entre los tratamientos (Anexo D). La mayor altura de la planta al despunte fue de 79 cm (tabla 4).

Tabla 4: *Promedio de altura (cm) de planta de tomate al despunte. El Coyol, Barrio San José, Alajuela 2018.*

Tratamiento	Altura de planta (cm)
T4	75,6
T3	76,8
T2	78,0
T5	78,2
T1	79,0

Fuente propia

4.5 Días en cosecha

Los frutos de tomate se cosecharon en el punto de madurez establecido para la corta. La cosecha se realizó de forma escalonada en las plantas que conformaban cada tratamiento requiriendo de 39 días del primer corte al último corte.

4.6 Duración del ciclo de cultivo

La duración del ciclo de cultivo, del trasplante al último corte de frutos, para todos los tratamientos fue de 91 días.

4.7 Clasificación de los frutos según la norma técnica por calidad (MEIC et al, 2004)

De acuerdo con la norma técnica, Decreto N° 31890-MEIC-MAG-S Reglamento Técnico RTCR 379:2004 (2004), según las disposiciones relativas a la calidad, punto 3.1 todos los frutos cosechados en los diferentes tratamientos se clasificaron como frutos de primera calidad.

Al realizar el análisis estadístico del número de frutos cosechados por tratamiento no se detectó diferencia significativa entre respectivas medias (Anexo E y Anexo F).

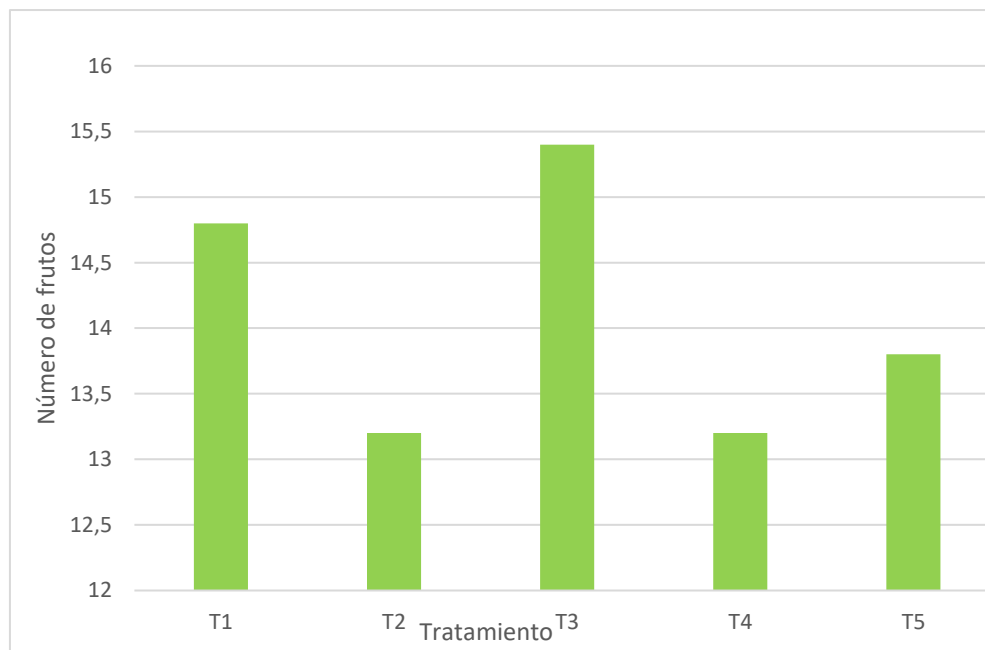


Figura 10: Promedio del número de frutos de tomate de primera calidad para los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018

4.8 Clasificación de los frutos por tamaño según la norma técnica (MEIC et al, 2004).

4.8.1 Frutos grandes

El análisis de varianza, Anexo G, para el número de frutos de tomate grandes no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Igual resultado se obtuvo con el análisis de varianza para el promedio de peso de los frutos grandes (g), Anexo H. La mayor cantidad de frutos grandes obtenida fue de 5 lo que correspondería a uno por planta (tabla 5).

Tabla 5: Número de frutos y peso (g) de frutos de tomate grandes para los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.

Tratamiento	Promedio de frutos grandes	Promedio de peso de frutos grandes (g)
T1	5,0	1103,98
T2	4,4	945,66
T3	4,2	909,14
T4	3,2	840,76
T5	3,0	677,28

Fuente propia

4.8.2 Frutos medianos

La media de producción de frutos medianos para los tratamientos evaluados no presentó diferencias significativas (anexo I). Así mismo, el análisis de la media del peso (g) obtenido para los frutos medianos de cada tratamiento no detectó diferencias significativas (Anexo J). La media del número de frutos medianos obtenidos junto a la media del peso (g) obtenidos se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: *Media de número de frutos y peso (g) de los frutos de tomate medianos para los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018*

Tratamiento	Promedio de número de frutos	Promedio de peso de frutos medianos (g)
T1	5,8	784,92
T2	7,4	1123,30
T3	8,4	1237,62
T4	6,8	821,94
T5	6,8	1092,68

Fuente propia

4.8.3 Frutos pequeños

Los frutos de la categoría tamaño pequeño mostraron el mismo comportamiento que los tamaños anteriores, las diferencias observadas entre tratamientos tanto para el número de frutos como para el rendimiento no fueron significativas (Anexo K y Anexo L).

La media de número de frutos de tomate pequeño y el rendimiento promedio (g) para cada tratamiento se muestra en la tabla 7.

Tabla 7: *Media de número y peso (g) de frutos de tomate pequeños para los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018*

Tratamiento	Promedio de número de frutos	Promedio de peso de frutos pequeños (g)
T1	4,0	281,74
T2	1,4	388,98
T3	2,8	226,58
T4	3,2	483,04
T5	4,0	353,84

Fuente propia

4.8.4 Número de frutos y rendimiento total (g)

La producción que se logró en los 5 tratamientos se clasificó como tomate de primera calidad, según la norma técnica MEIC et al. (2004) y los resultados corresponden a los presentados en punto 4.7

La media del número total de frutos obtenidos por tratamiento no muestra diferencias significativas.

La distribución del total de frutos por tamaño de clasificación, según la norma técnica citada, muestra cómo la mayor cantidad de frutos de tomate se obtuvo en la categoría tamaño mediano en todos los tratamientos (Figura 11).

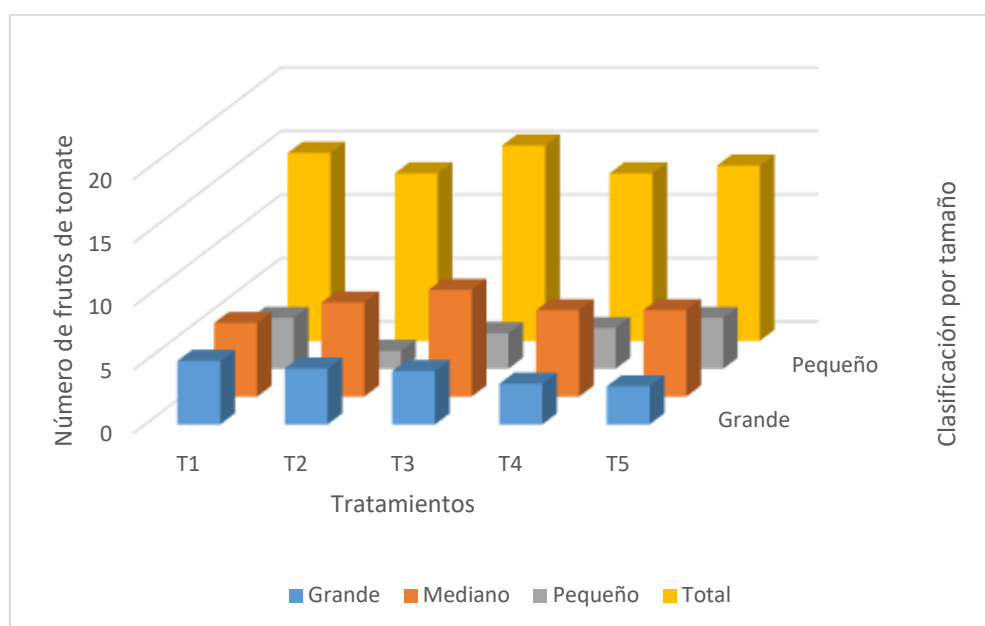


Figura 11: *Distribución de los frutos de tomate por tamaño en los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.*

Para el rendimiento total (g), el análisis de varianza no detectó diferencias entre tratamientos (Anexo M). El mayor rendimiento obtenido fue de 2 457,94 g por parcela útil (figura 12)

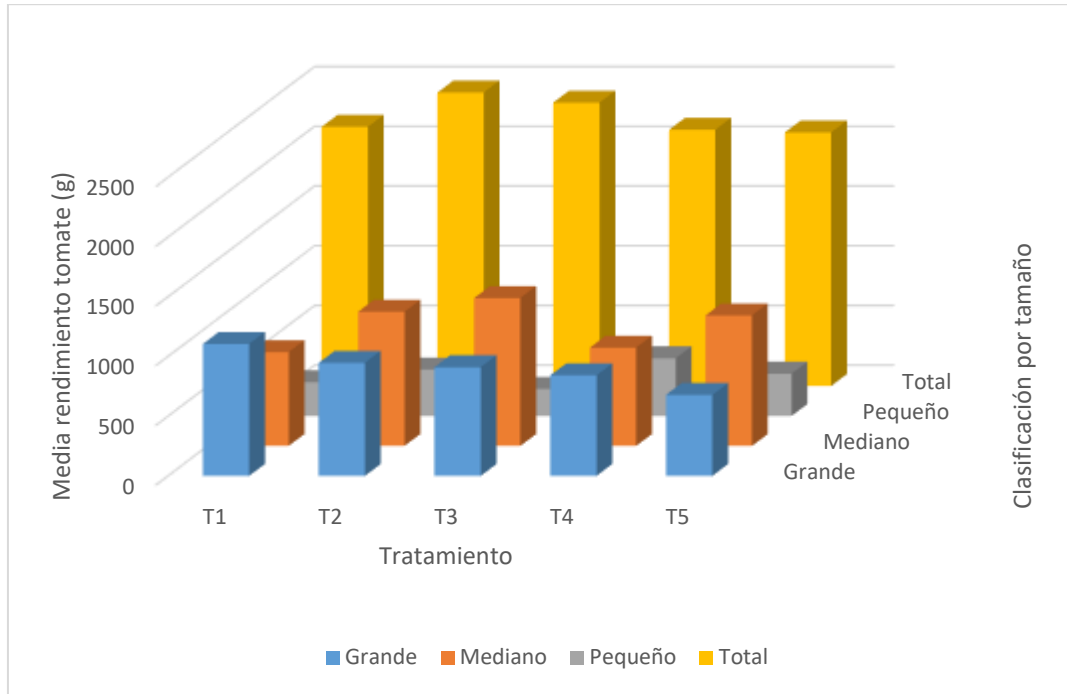


Figura 12: Distribución rendimiento (g) de tomate por categoría. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.

El número de frutos para cada categoría de clasificación representó un porcentaje del total de frutos obtenidos en cada tratamiento (tabla 8). En la categoría frutos pequeños, el T2 presentó el menor porcentaje con un 10,61 % del total de sus frutos, seguido del T3 con un 18,18 %. El mayor porcentaje de frutos pequeños se obtuvo con el T5 con un 28,99 %.

En la categoría de frutos de tomate de tamaño mediano, los tratamientos T1 y T5 presentaron un 39,76 y un 49,28 % de sus frutos, respectivamente. El resto de los tratamientos presentan un porcentaje mayor al 50 %.

Para el tamaño fruto de tomate grande, el mayor porcentaje alcanzado fue de 33,78 % obtenido por el T1, seguido del T2 con un 33,33 %. El menor porcentaje de frutos grandes se obtuvo con el T5.

Tabla 8: *Frutos de tomate clasificados por tamaño y su aporte porcentual al rendimiento total. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018*

Tratamiento	Promedio de frutos grandes	%	Promedio de frutos medianos	%	Promedio de frutos pequeños	%	Promedio total de frutos
T1	5,00	33,78	5,80	39,19	4,00	27,03	14,8
T2	4,40	33,33	7,40	56,06	1,40	10,61	13,2
T3	4,20	27,27	8,40	54,55	2,80	18,18	15,4
T4	3,20	24,24	6,80	51,52	3,20	24,24	13,2
T5	3,00	21,74	6,80	49,28	4,00	28,99	13,8

Fuente propia

En relación con el rendimiento (g) del tomate según la categoría de clasificación, el T1 produjo un 50,86 % de su peso total en la categoría grande, un 36,16 % en la categoría tamaño mediano y un 12,98 % de tomate pequeño. El resto de los tratamientos para el tamaño grande no sobrepasó el 40 %. Para el Tratamiento 5 el tamaño mediano representó un 51,45 % (tabla 9).

El T4 presentó un 22,51 % de su rendimiento total (g) en la categoría de tamaño pequeño, mientras que para las categorías grande y mediano represento un 39 %.

Tabla 9: *Rendimiento (g) de tomate por tamaño y su aporte porcentual al rendimiento total. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018*

Tratamiento	Promedio rendimiento Grande (g)		Promedio rendimiento mediano (g)		Promedio rendimiento pequeño (g)		Promedio rendimiento total (g)
	Grande (g)	%	mediano (g)	%	pequeño (g)	%	
T1	1103,98	50,86	784,92	36,16	281,74	12,98	2170,64
T2	945,66	38,47	1123,30	45,70	388,98	15,83	2295,54
T3	909,14	38,31	1237,62	52,15	226,58	9,55	2373,34
T4	840,76	39,18	821,94	38,31	483,04	22,51	2145,74
T5	677,28	31,89	1092,68	51,45	353,84	16,66	2123,8

Fuente propia

4.8.5 Proyección del número de frutos y rendimiento (kg) por m²

La producción obtenida en los tratamientos evaluados, tanto para el número de frutos como para el rendimiento (g), fueron proyectados a un área de 1 m² (tabla 10 y 11).

La proyección de la cantidad de frutos totales obtenidos por m^2 entre tratamientos fluctuó entre una media de 57,96 en el T5 a un promedio de 64,68 obtenidos en el T3.

Para el rendimiento (kg), la proyección por tratamiento para un m^2 mostró que se puede obtener desde 8,92 kg como se proyectó para el T5 hasta 10,323 kg para el caso del T2.

Tabla 10: *Proyección a un m^2 de la producción de frutos de tomate clasificados por tamaño y total de frutos en los tratamientos evaluados. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.*

Tratamiento	Promedio de frutos grandes/ m^2	Promedio de frutos medianos/ m^2	Promedio de frutos pequeños/ m^2	Promedio de frutos totales/ m^2
T1	21,00	24,36	16,80	62,16
T2	18,48	31,08	5,88	55,44
T3	17,64	35,28	11,76	64,68
T4	13,44	28,56	13,44	55,44
T5	12,60	28,56	16,80	57,96

Fuente propia

Tabla 11: *Proyección a un m^2 del rendimiento de tomate (Kg/m^2) clasificados por tamaño. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.*

Tratamiento	Promedio peso frutos grandes (kg/m^2)	Promedio de peso frutos medianos (kg/m^2)	Promedio Frutos pequeños (kg/m^2)	Promedio de rendimiento total (kg/m^2)
T1	4,637	3,297	1,183	9,117
T2	3,972	4,718	1,634	10,323
T3	3,821	5,198	0,952	9,968
T4	3,531	3,452	2,029	9,012
T5	2,845	4,589	1,486	8,920

Fuente propia

4.9 Costos

Los costos incurridos en el tratamiento testigo, T5, se clasificaron en tres subpartidas: costos de insumos, costos de mano de obra y consumo de capital fijo. En cada uno de las subpartidas se

determinó el costo de cada rubro por m² y se realizó la sumatoria para obtener el subtotal correspondiente a cada partida (tablas 12, 13 y 14).

Tabla 12: *Costos de insumos (m²) utilizados en el T5 en el cultivo de tomate con despunte temprano. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.*

Rubro/Producto	Unidad de medida	Costo unitario (C)	Cantidad utilizada m²	Costo total (C)
Nitrato de potasio	Kilo	2 200,00	0,179	393,80
Nitrato de calcio	Kilo	1 060,00	0,263	278,78
Fosfato de potasio	Kilo	2 450,00	0,078	191,1
Fertilón combi	G	18,50	8	148,00
Sulfato de magnesio	Kilo	700,00	0,166	116,20
Ácido bórico	Kilo	300,00	0,002	0,60
Agua	m ³	331,00	0,928	307,17
Plástico tomatero	M	117,00	1,4	163,80
Electricidad	Kw	84,45	7,72	27,00
Dazonet	Kg	6 788,00	0,04	271,52
Plántula de tomate	planta	90,00	21	1 890,00
Mezcla de sustrato	Kg	3,85	73,9	284,52
Subtotal 1-T5				4 072,48

Fuente propia

Tabla 13: *Costo de mano de obra (m²) empleada en el T5 en el cultivo de tomate con despunte temprano. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.*

Actividad	Unidad de medida	Cantidad (minutos)	Costo unitario*	Costo total
Preparación de sustrato	Hora hombre	20	2 508,66	836,22
Siembra	Hora hombre	5	2 508,66	209,06
Tutorio y amarra	Hora hombre	15	2 508,66	627,17
Deshoja	Hora hombre	4	2 508,66	167,24
Despunte	Hora hombre	4	2 508,66	167,24
Deshierba	Hora hombre	10	2 508,66	418,11
Acomodo de mangueras para riego	Hora hombre	4	2 508,66	167,24
Fertilización (preparar soluciones)	Hora hombre	15	2 508,66	627,17
SubTotal 2-T5		77		3 219,45

*El costo unitario de mano de obra se calculó a partir de un salario mínimo de un trabajador no calificado. Se incluyó una provisión del 39,82% correspondiente al aporte patronal del Caja Costarricense del Seguro Social, el aguinaldo y el seguro de responsabilidad civil del Instituto Nacional de Seguros.

Fuente propia

Tabla 14: *Consumo de capital fijo incurrido en el T5 en el cultivo de tomate con despunte temprano. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.*

Inversión	Costo unitario	Cantidad	Costo total	Vida útil (Ciclos)	Costo por ciclo (m2)
Sistema de Riego	85 000,00	1	85 000,00	60	¢567,00
Madera (m)	500,00	7,6	3 800,00	12	¢316,66
Pala carrilera	4 200,00	1	4 200,00	40	¢105,00
Pala de plástico	3 500,00	1	3 500,00	30	¢117,00
Balanza de 5000 gr	15 500,00	1	15 500,00	40	¢387,50
Tijera de podar	6 500,00	1	6 500,00	40	¢7,00
Bolsas plásticas para vivero (kg)	2 700,00	21	810,00	4	¢202,50
Mezcla sustrato (kg)	10,00	73,5	735,00	8	¢91,88
Subtotal 3-T5					¢1702,66

Fuente propia

La sumatoria de los subtotales de los costos del tratamiento testigo, T5, alcanzaron un total de ¢8 994,59 por m². La partida de costos de insumos representa el porcentaje más alto de los costos con un 45,28 %, seguido del costo de mano de obra (tabla 15).

Tabla 15: *Costos de las subpartidas en el T5 del ensayo en colones y su equivalencia en porcentaje, El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018*

Rubro	Costos (¢)	Porcentajes
Insumos	4 072,48	45,28
Mano de obra	3 219,45	35,79
Consumo de capital fijo	1 702,66	18,93
Total	8 994,59	100,00

Fuente propia

El costo de las plántulas de tomate en la partida de costos de insumos del T5 representa un 46,41 %. En relación con el total de costos, las plántulas significan un 21,01 % del total de los costos (tabla 16), lo cual lo convierte en el rubro más sensible en la producción.

El segundo costo en importancia lo representa la preparación del sustrato en la partida de costo de mano de obra con un 9,30 % de los costos totales.

Tabla 16: *Porcentaje del rubro con respecto al subtotal de la partida y al costo total, porcentaje del subtotal de la partida con respecto al costo total, El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.*

Subpartida	Rubro/Producto	Porcentaje parcial por subpartida	Porcentaje subpartida	Porcentaje Total
Insumos			45,28	
	Nitrato de potasio	9,67		4,38
	Nitrato de calcio	6,85		3,10
	Fosfato de potasio	4,69		2,12
	Fertilón combi	3,63		1,65
	Sulfato de magnesio	2,85		1,29
	Ácido bórico	0,01		0,01
	Agua	7,54		3,42
	Plástico tomatero	4,02		1,82
	Electricidad	0,66		0,30
	Dazonet	6,67		3,02
	Plántula de tomate	46,41		21,01
	Mezcla de sustrato	6,99		3,16
Mano de obra			35,79	
	Preparación de sustrato	25,97		9,30
	Siembra	6,49		2,32
	Tutoreo y amarra	19,48		6,97
	Deshoja	5,19		1,86
	Despunte	5,19		1,86
	Deshierba	12,99		4,65
	Acomodo de mangueras para riego	5,19		1,86
	Fertilización (preparar soluciones)	19,48		6,97
Consumo de capital fijo			18,93	
	Sistema de riego	33,30		6,30
	Madera (m)	18,60		3,52
	Pala carrilera	6,17		1,17
	Pala de plástico	6,87		1,30
	Balanza de 5000 gr	22,76		4,31
	Tijera de podar	0,41		0,08
	Bolsas plásticas para vivero (kg)	11,89		2,25
Total				100,00

Fuente propia

Los costos de insumos variaron a partir de la sustitución de parte del sustrato base por las diferentes cantidades de compost o lombricompost utilizado según cada tratamiento. Por ejemplo, para el T1, la partida Costo de insumos incluye el rubro compost 1, razón por la que el subtotal de los costos de insumos aumenta al igual que el porcentaje correspondiente (tabla 17, tabla 18 y tabla 19). De forma similar se da en los tratamientos T2, T3 y T4 que incluyen como rubro el compost 2, lombricompost 1 y lombricompost 2 (Anexo O, Anexo Q y Anexo S), en donde aumenta el subtotal correspondiente a la partida de costo de insumos y costo total (Anexo P, Anexo R y Anexo T).

Tabla 17: *Costos de insumos (m²) utilizados en el T1 en el cultivo de tomate con despunte temprano. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.*

Rubro/Producto	Unidad de medida	Costo unitario (C)	Cantidad utilizada m2	Costo total (C)
Nitrato de potasio	Kilo	2 200,00	0,179	393,80
Nitrato de calcio	Kilo	1 060,00	0,263	278,78
Fosfato de potasio	Kilo	2 450,00	0,078	191,10
Fetrilón combi	g	18,50	8	148,00
Sulfato de magnesio	Kilo	700,00	0,166	116,20
Ácido bórico	Kilo	300,00	0,002	0,60
Agua	m3	331,00	0,928	307,17
Plástico tomatero	m	117,00	1,4	163,80
Electricidad	Kw	84,45	7,72	27,00
Dazonet	kg	6 788,00	0,04	271,52
Plántula de tomate	planta	90,00	21	1 890,00
Compost 2	Kg	27,78	7,35	204,18
Mezcla de sustrato	Kg	4,85	65,6	318,16
Subtotal 1-T1				4 310,31

Fuente propia

Tabla 18: *Costos de las partidas en el T1 del ensayo en colones y su equivalencia en porcentaje, El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018*

Partida	Costo (C)	Porcentaje
Insumos	3 992,15	43,05
Mano de obra	3 219,48	34,72
Consumo de capital fijo	2 060,82	22,23
Total	9 272,45	100,00

Fuente propia

Para los tratamientos T1, T2, T3 y T4, el costo de mano de obra y el consumo de capital fijo no sufrió modificaciones, pero su peso porcentual en los costos sí se vio afectado al aumentar el costo de los insumos en relación con el testigo, tabla 20.

El tratamiento T5, que se constituyó como la mezcla base a utilizar para obtener los otros tratamientos, es el que tiene un menor costo de producción. Las diferencias se inician según el costo del producto a utilizar para sustituir parte del sustrato base.

El costo del compost estuvo en ¢ 27,78/kg, mientras que el costo por kg de lombricompost fue de ¢ 400,00. Al comparar el costo por m² entre los tratamientos, tabla 21, se establece una diferencia entre el T5 y T4 de ¢5.882,64. La menor diferencia se encuentra al comparar el T5 con el T1.

Tabla 19 : *Distribución porcentual de las partidas que conforman los costos de los tratamientos evaluados en el ensayo, El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018*

Porcentaje/tratamiento	T5	T1	T2	T3	T4
Insumos	45,28	46,69	47,67	58,87	66,91
Mano de obra	35,79	34,87	34,23	26,90	21,64
Consumo de capital fijo	18,93	18,44	18,10	14,23	11,44
Total	100	100	100	100	100

Fuente propia.

Tabla 20: *Diferencia en colones entre el costo total de los tratamientos evaluados en el cultivo de tomate con despunte El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018*

	T5	T1	T2	T3	T4
Total*	¢8 994,59	¢9 232,42	¢9 692,71	¢11 968,27	¢14 877,23
T5	0	¢237,83	¢698,12	¢2 973,68	¢5 882,64
T1		0	¢460,29	¢2 735,85	¢5 644,81
T2			0	2 275,55	5 184,51
T3				0	¢2 908,96
T4					0

*Costo total de los tratamientos

V. DISCUSIÓN

5.1 Días de trasplante a floración

La floración inició a los 25 días de realizado el trasplante, para el día 27, todos los tratamientos de ensayo habían floreado (figura 13), no detectándose diferencia significativa entre los tratamientos. Este periodo de tiempo para el inicio de la florea se puede considerar ligeramente superior a los obtenidos por Márquez et al (2008) en trabajos con biocomposta y lombricompost, que fluctuaron entre 14,36 y 20,5 días después del trasplante, pero menores a los tiempos obtenidos en los trabajos realizados por Morales (2007) donde la floración dio inicio a los 31 días. Mayor diferencia se encontró con el trabajo de Alarcón (2014), donde la floración se dio entre los 40 y 50 DDT y el de Velasco et al (2004) a los 73 días.

Carrillo y Chávez (2010) al evaluar 49 muestras poblacionales de tomate semidomesticado encontraron un promedio de días a inicio de floración de 21,8 días, lo cual es ligeramente inferior a los datos obtenidos en este ensayo.

Se deduce que los días del trasplante a la floración dependerán en gran medida del material vegetal utilizado para realizar las investigaciones, aunque también están influenciados por el tiempo que dure entre el día de siembra y el trasplante, lo cual forma parte del manejo que se planifique para acortar los ciclos de cultivo. En este trabajo la planta fue adquirida con 30 días de edad y se procedió a sembrarla al día siguiente.



Figura 13: Inicio de la floración del tomate en los tratamientos evaluados: la fecha azul muestra los primordios foliares, la fecha amarilla muestra una flor abierta, El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.

5.2 Días de trasplante a inicio de cosecha

La cosecha inició en los tratamientos T1, T3, T4 y T5 a los 56 días después del trasplante, cinco días más tarde se inició en el T2 no siendo esta diferencia significativa. Los resultados obtenidos para los días de trasplante a cosecha son menores a los obtenidos por Reyes (2009) al evaluar 10 híbridos en los cuales observó que el inicio de la cosecha era a los 88 días y se extendió hasta los 130 días en el más tardío. El más tardío de los tratamientos evaluados en este ensayo muestra una diferencia de 27 días con respecto al más precoz de los evaluados por Reyes (2009). Con respecto a Alarcón (2014), quien empleó la variedad Aquiles y que inició la cosecha a los 103 días después del trasplante, se establece una diferencia promedio de 44,5 días menos en el presente ensayo. Mayor diferencia se marca con los trabajos realizados por Santos y Sánchez (2003), los cuales cultivaron Conteza en ensayos sobre diferentes estructuras con altas densidades y en donde el inicio de la cosecha se estableció en 120 días.

Una explicación sobre esta diferencia entre los tiempos obtenidos para la variable días de trasplante a inicio de cosecha con los autores citados es lo manifestado por Domínguez (2014) que indica: “el tiempo que transcurre desde el trasplante hasta la madurez comercial del primer racimo de tomates va a estar en dependencia de la precocidad de la variedad sembrada y del clima en que se desarrolle”. Aunque no se tienen datos de cuan precoz puede ser el híbrido Mercury empleado en el ensayo, la

temperatura cálida que es característica del lugar donde se desarrolló el ensayo pudo ayudar al inicio de una cosecha temprana.

5.3 Días de cosecha (duración de la cosecha)

En el presente ensayo, los tratamientos evaluados finalizaron la cosecha al día 91 después del trasplante. Con una duración de 35 días para los tratamientos T1, T3, T4 y T5 que iniciaron la cosecha a los 56 días y de 30 días de duración de cosecha para el T2 que inicio a los 61 días después del trasplante. Estos resultados difieren en parte de los obtenidos por Sánchez y Ponce (1998), donde el periodo de cosecha fue de 7 días para el tratamiento donde cosechó un racimo por planta a una densidad de 24 plantas/m², 20 días cuando cortó a dos racimos, 22 días cuando cosechó 3 racimos y 106 días cuando cosechó 5 racimos utilizando diferentes densidades de siembra. Es de resaltar que la investigación llevada a cabo por Sánchez y Ponce (1998) se realizó en hidroponía en un invernadero con un mayor control de variables como temperatura y humedad relativa.

Bajo condiciones de invernadero, Santos y Sánchez (2003) utilizando 25 plantas por m², tuvieron una duración de 10 días de inicio a fin de cosecha, lo cual es considerablemente menor al tiempo de cosecha en el ensayo realizado, aunque no especifican cuál fue el material de tomate empleado en los ensayos.

Como causas posibles del mayor periodo de tiempo de cosecha en la presente investigación, al compararla con los trabajos de los autores citados anteriormente, por un lado, se tiene la diferencia de las instalaciones donde se realizan los ensayos, invernaderos con control de temperatura y humedad relativa comparado en este ensayo que se realiza en condiciones de campo, donde las temperaturas fluctuaron según el medio ambiente y la protección brindada consistió en un techo plástico para disminuir el impacto de la lluvia.

La segunda causa para el prolongado periodo de cosecha podría deberse al híbrido empleado en este ensayo, el Mercury, de crecimiento indeterminado, pues produjo las flores del mismo racimo en un periodo amplio de tiempo, y presentó frutos de tomate cuajados y flores abiertas en el mismo racimo (figura 14). Otra característica del híbrido Mercury es que el racimo floral que produjo dos o tres flores, seguido una especie de hoja o alargamiento del raquis y luego de esta volvía a emitir flores (figura 15).



Figura 14: Racimo floral de híbrido Mercury con A: tomate cuajado y B: flores abiertas, El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.

La interacción de ambas causas, mayor influencia de las condiciones climáticas por la mínima protección del cultivo y material vegetal utilizado podrían ser lo que determinó un periodo de cosecha extenso.



Figura 15: *Alargamiento del raquis del racimo floral en el híbrido Mercury, El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.*

5.4 Altura de planta al primer racimo y al despunte

La menor altura al primer racimo en los tratamientos fue de 59,2 cm obtenido por el T5, mientras que el T1 que presentó la mayor altura promedio al racimo, este fue superior en solo 1,8 cm al T5. Este rango de altura en los tratamientos evaluados es similar a los resultados obtenidos por Llerena (2001) al evaluar dos genotipos de tomate, variedad Flordad y el híbrido Pyrrip, que alcanzaron una altura de la planta a la floración entre 58,79 y 63,93 cm. Resultados de altura de planta al primer racimo menores a los obtenidos son mencionados por Sánchez y Ponce (1998) con plantas de tomate manejadas a un solo racimo que alcanzaron una altura de 50 cm, pero con una mayor densidad de planta.

Una menor altura al primer racimo fue encontrada por Duque, Ceballos, Orozco y Parra (2010) en comparación con los resultados obtenidos en el presente trabajo. Ellos encontraron una altura promedio al primer racimo de 45,5 cm al realizar un ensayo de coberturas con el híbrido Calima.

Para la altura final de la planta, lugar donde se despuntó, la altura fluctuó entre 75,6 y 79 cm para los diferentes tratamientos evaluados, concordando con los resultados que se presentaron en los trabajos realizados por Llerena (2001) en los cuales se obtuvieron rangos de altura de planta entre 72,52 y 71,69 cm.

La importancia de obtener poca altura de planta hasta el lugar donde se despunta, como las alcanzadas en el presente ensayo, radica en que permite usar tutores que sobresalgan un metro de su base, un largo de tutor cercano a 1,50 m de largo, lo cual facilita el manejo de la plantación.

5.5 Duración del ciclo de cultivo

Sánchez y Ponce (1998) utilizando una densidad de 24 plantas por m² para plantas manejadas a un solo racimo obtuvieron una duración de 77 días del trasplante a fin de cosecha, tiempo menor en 15 días al obtenido en los tratamientos empleados en el presente ensayo. Esta diferencia en los días de duración del ciclo entre ensayos lo explica Escalona citado por Domínguez (2014): el tiempo promedio desde el trasplante hasta la madurez comercial del primer racimo de frutos depende principalmente de la precocidad de la variedad y del clima. Indica que con temperaturas muy cálidas tiene una duración aproximada de 60 días, periodo que es menor 31 días de los obtenidos en esta investigación, a pesar de realizarse en un clima cálido, pero fluctuante al ser realizado con una protección mínima.

La duración del ciclo de cultivo en el presente ensayo con los diferentes tratamientos empleados fue de 91 días, esto concuerda con los resultados obtenidos por Sánchez et al. (2012), Sánchez y Corona (1994) y Sánchez y Ponce (1998), quienes concluyeron que las plantas de tomate manejadas en una alta densidad y despuntadas a un racimo pueden acortar su ciclo de cultivo a un máximo de tres meses, concentrando la producción en un intervalo muy corto y así se pueden obtener hasta cuatro ciclos de cultivo. Aunque con el empleo del híbrido de tomate Mercuy en la presente investigación se podrían obtener 4 ciclos para cualquiera de los tratamientos evaluados en este ensayo, esto es menor a los 4,77 ciclos logrados por Sánchez y Ponce (1998). Sin embargo, a diferencia de lo citado por estos autores, que la cosecha de tomate se concentra en unos pocos días con el empleo de altas densidades y cosecha

de un solo racimo de 7 días de cosecha, para el híbrido Mercury la cosecha duró entre 30 y 35 días, aunque sean similares a los trabajos realizados por Sánchez et al citado por Santos y Sánchez (2003).

Al comparar los resultados del presente ensayo con los obtenidos por los diferentes autores citados sobre la precocidad para iniciar la cosecha del primer racimo y el tiempo que duro esta cosecha se resalta la importancia del genotipo de tomate empleado, pues de su genoma y la interacción con el medio ambiente depende, en mayor medida, la duración del ciclo y el rendimiento obtenido.

5.6 Rendimiento

La producción (kg) que se obtuvo en los diferentes tratamientos evaluados fluctuó entre 8,92 y 10,32 Kg/m² en un ciclo de 91 días, y es superior al promedio nacional de 6,24 kg m² (López, 2016), pero ligeramente menor a los obtenidos por Sánchez y Ponce (1998) con una producción de 11,55 kg/m², pero muy inferiores a los logrados por Santos y Sánchez (2003) de 18,2 kg/m².

Con respecto a los cultivos de tomate nacional, las plantaciones tienen un ciclo de 6 a 7 meses, tiempo que permitiría realizar al menos dos ciclos de cultivos de la forma que se realizó el experimento lo que permitiría superar la producción nacional cerca de tres veces.

La proyección del número de frutos obtenido por m² fluctuó entre 55,44 y 64,68 con un promedio de frutos por planta que varió de 2,64 a 3,18 frutos, cantidad que es menor a la obtenida en los ensayos de Sánchez y Ponce (1998) que obtuvieron 4,4 frutos por planta, lo cual podría ser explicado por una diferencia entre los materiales de tomate usados en los ensayos de los autores citados y los del presente ensayo. Similar comportamiento, menor cantidad de frutos, se obtuvo al compararlos con los resultados de Velasco, Miranda, Nieto y Villegas (2004) que encontró en tres cultivares de tomate sembrados en sustratos arena y lana entre 3,6 y 3,83 frutos por racimo.

Lo anterior se puede explicar debido a lo que indican diferentes autores en el sentido de que el número de tomates por racimo, el peso del racimo y el peso promedio de los frutos de tomate está muy relacionado con el híbrido o variedad de tomate a emplear, variando si se cultiva tomate roma o bola o tomate saladette. Aun entre los materiales con un mismo tipo de tomate se presentan diferencias (Alarcón, 2014, Sánchez y Ponce, 1998, Andrago y Castro, 2013). Resultado de esto son los diferentes rendimientos que se obtienen al utilizar materiales como Flordade o Moctezuma.

La cantidad de tomate por racimo y su peso está relacionado de forma directa con la densidad de plantación y el manejo que se le brinde: a mayor densidad se deben de disminuir el número de

racimos a cosechar. Cruz et al (2009) mencionan que al aumentar la densidad se alcanza más rápido el Índice de área foliar (IAF) óptimo, que eventualmente se puede traducir en el doble de rendimiento de fruto por unidad de área. Para lograr un mayor porcentaje de cuajado de los frutos en las primeras inflorescencias se vuelve necesario eliminar el ápice de la planta, pues inhibe la generación de nuevas hojas, brotes e inflorescencia (Betancourt, 2014; Atherton y Harris, citado por Santos y Sánchez, 2003). Ucan et al. (2005) indican que el tamaño que alcanzan los frutos es influido por la cantidad de fotoasimilados disponibles por planta, al eliminar flores los fotoasimilados se reparten entre menos frutos y se propicia un mayor tamaño que ayuda a compensar parcialmente la pérdida de rendimiento por unidad de superficie ocasionada por el menor número de frutos por planta o por racimo.

Los tratamientos del presente ensayo no mostraron diferencias significativas para las variables evaluadas, lo cual difiere de los resultados obtenidos por Cruz et al. (2010) y Cruz et al. (2012). Al escudriñar los diferentes factores que podrían esclarecer las diferencias entre los resultados obtenidos y los indicados por los citados investigadores, se establece que en estos estudios el sustrato utilizado fue una mezcla entre los abonos orgánicos y sustratos estériles que no realizan ningún aporte nutricional al sustrato, mientras en el presente trabajo se empleó un suelo con una riqueza óptima de nutrientes, lo que según indica Bertsch (1987) haría que no responda a la fertilización. Al comparar el análisis químico del suelo con los guías de interpretación de los resultados de suelos realizada por el MAG (Bertsch, 1987), a excepción del magnesio, los otros nutrientes se encuentran en un nivel óptimo. Los análisis mostraron que la utilización de los diferentes porcentajes de compost o lombricompost correspondientes a cada tratamiento en la mezcla final no presentó variación en el nivel de los nutrientes. Se debe tener presente que se aplicó una solución nutritiva a un tercio de la concentración recomendada en cada riego realizado.

5.7 Análisis costos

La partida de insumos para el T5, tratamiento testigo, representó el 45,28 % de los costos totales de los tratamientos. Los rubros que en mayor porcentaje contribuyeron en esta partida fueron plántulas de tomate con un 21,01 %, el costo del nitrato de potasio con un 4,38 % y el agua con un 3,42 %.

Para este mismo tratamiento, la partida de mano de obra representó un 35,79 % del total, donde el rubro de preparación de sustrato aportó un 9,30 % del costo.

El sistema de riego con un 6,30 % y la balanza con un 4,31 % son los rubros que más aportan al consumo de capital fijo que contribuye en un 18,93 % del total.

Por la naturaleza del ensayo, la partida de consumo de capital fijo y costos de manos de obra para los cinco tratamientos se mantuvieron sin variación en un monto de ₡1.702,66 y ₡3.219,45, respectivamente. Aunque el monto en colones no varió en las partidas suscritas, su contribución porcentual al costo total disminuyó con relación al T5, pues la partida de costos de insumos aumentó en estos tratamientos.

La compra de la plántula de tomate en la partida de insumos para el T5 significó el mayor gasto de esta partida con un 21,01 %. En los demás tratamientos disminuyó su significancia, pues fue desplazado en el T3 y T4 por los costos del lombricompost con un 24,56 y 40,04 %, respectivamente.

La mayor diferencia económica entre tratamientos se da entre el T5 y el T4 con una diferencia de ₡5.882,64 en favor del T5. En segundo lugar, se muestra la diferencia que se dio entre el T5 y el T3 con ₡2.973,68.

Al no haberse encontrado diferencia significativa entre los tratamientos evaluados en lo referente al número de frutos y al rendimiento (kg), la selección del tratamiento quedó condicionada al factor económico, en este caso los costos de producción por m², lo que concluye que el T5 es el tratamiento que presenta el menor costo de producción.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este ensayo se concluye:

1. Las dosis evaluadas de compost y lombricompost no mostraron diferencia significativa con respecto al tratamiento testigo, en relación con altura de planta al primer racimo, días de trasplante a floración, duración de la cosecha y rendimiento.
2. La duración del ciclo de producción en el presente ensayo fue 91 días, lo que hace posible realizar 4 ciclos de producción al año.
3. El rendimiento promedio de 8,01 kg/m² del tomate comercial en este ensayo es mayor que el promedio del nacional de 6,24 kg/m². Con la producción obtenida por m² en el tratamiento testigo, si se realizaran 4 ciclos de cultivo de tomate se podrían obtener 32,05 kg/m² entre tomate de tamaño mediano y grande.
4. La utilización de suelo con cantidades óptimas de nutrientes no permitió en este primer ciclo de siembra que se presentaran diferencias entre el usar o no usar compost o lombricompost en la mezcla utilizada como sustrato.
5. El menor costo de producción se obtuvo con el tratamiento T5, mezcla de suelo más granza de arroz, donde el rubro de mano de obra representa un monto 35,79 % y el costo de las plántulas de tomate representa un 21,01% de los costos totales.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se deben realizar otras investigaciones que permitan determinar si el haber utilizado suelo con un contenido óptimo de nutrientes en el T5 enmascaró las diferencias con respecto a usar compost o lombricompost.
2. Se deben realizar evaluaciones de diferentes híbridos o variedades de tomate con el fin de identificar la que mejor se adapte al sistema propuesto para obtener el mejor rendimiento en el menor tiempo posible.
3. Las plántulas de tomate se vuelven un factor importante en los costos de producción por lo cual se deberían realizar investigaciones en el uso de híbridos F2 o variedades que permitieran bajar los costos de producción.

VIII. REFERENCIAS (según norma APA)

- Aguilar, L. (2017). Producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernaderos con porcentajes de compost en el sustrato. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón: Universidad Autónoma Antonio Narro.
- Alarcón, R. (2014). Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con diferentes niveles de compost como sustrato orgánico en invernadero. Universidad Autónoma Antonio Narro, División de Carreras Agronómicas. Mexico: Universidad Autónoma.
- Andrango, E., & Castro, F. (2013). Evaluación de la productividad de cuatro híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo invernadero con dos tipos de poda, La Parroquia de Tumbaco, Provincia Pichincha. Universidad Estatal de Bolívar. Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar.
- Atilano, C. (2008). Evaluación de genotipos de tomate con té de composta bajo condiciones de invernadero. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Mexico.
- Balzarini, M., Di Rienzo, J., Robledo, C., & Casanaves, F. (2008). Manual de InfoStat. Córdoba, Argentina: Brujas.
- Bertsch, F. (1986). Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. San José, Costa Rica: UCR.
- Betancourt, S. C. (2014). Evaluación de cuatro híbridos de tomate con dos tipos de poda de conducción cultivados bajo el sistema hidroponico. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Cabrera, R. (1999). Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5(1), 6-11.
- Calvo, O., & Villalobos, T. (2010). Producción de diferentes tipos de abonos, repelentes y fungicidas orgánicos: Experiencias de productores en la zona sur de Costa Rica. *Platicar*, 12. Recuperado el 18 de agosto de 2017, de <http://www.platicar.go.cr/infoteca#gsc.tab=0&gsc.q=producci%C3%B3n%20de%20abonos&gsc.sort=>
- Cancino, B., Sánchez, F., & Espinoza, R. (1991). Efecto del despunte y la densidad de población sobre dos variedades de jitomate, *Lycopersicon esculentum*, en hidroponía bajo invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 73, 26-30.
- Carrillo, J., & Chávez, J. (2010). Caracterización aromorfológica de muestras de tomate de Oaxaca. *Revista Fitotécnica Mexicana*, 33(1), 1-6.
- Chávez, N., Araya, R., & Debouck, D. (2014). Cruzamiento natural en frijol común en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 23-33.
- Chinchilla, G. (Julio de 2018). Instituto Meteorológico Nacional. Boletín Meteorológico mensual, 43. Recuperado el enero de 2019, de <https://www.imn.ac.cr/boletin-meteorológico>
- Chiriboga, H., Gómez, G., & Andersen, J. (2015). Manual abono orgánico sólido (compost) y líquido (biol). Asunción, Paraguay: IICA.
- Cruz, E., Osorio, R., Martínez, E., Lozano, A., Gómez, A., & Sánchez, R. (2010). Uso de compostas y vermicompostas para la producción de tomate orgánico en invernadero. *Interciencia*, 35(5), 363-368.
- Cruz, J., & Matías, S. (2010). Adaptación de cinco híbridos de tomate con dos técnicas de poda cultivados bajo sistema semi hidropónico, en Manglaralto, Cantón Santa Elena. Tesis de Ingeniero Agropecuario, Universidad Estatal Peninsula Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.
- Cruz, L., Estrada, M., Robledo, V., Osorio, R., & Márquez, C. (2012). Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. Universidad y Ciencia Trópico

- Humedo, 25(1), 59-67. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792009000100004&script=sci_arttext
- Domínguez, J. E. (2014). Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en sustratos de compost y arena con solución nutritiva en invernadero. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Carreras Agronómicas. Mexico: Universidad Autónoma.
- Durán, L., & Henríquez, C. (2007). Caracterización química, física y microbiológico de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense*, 31(1), 41-51.
- FAO. (2010). Perspectivas económicas y sociales. Informes de política. Roma: FAO. Recuperado el 10 de Junio de 2018, de www.fao.org
- FAO. (2013). El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. Roma, Paraguay: FAO. Recuperado el 12 de marzo de 2018, de <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=El+cultivo+de+tomate+con+buenas+pr%C3%A1cticas+agr%C3%ADcolas+en+la+agricultura+urbana+y+periurbana>
- FAO. (2014). Agricultura urbana y periurbana en América Latina y el Caribe: Una realidad. Obtenido de www.rlc.fao.org/agricultura/aup
- Feldman, S., Coronel, A., Abalone, R., Terile, R., Lattuca, A., Zimmermam, E., . . . Piacentini, R. (2012). Posibilidad de la agricultura y la forestación urbana y periurbana en la mitigación y adaptación al cambio climático. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente.*, 16, 8. Recuperado el 24 de agosto de 2017, de <https://www.semanticscholar.org/paper/POSIBILIDAD-DE-LA-AGRICULTURA-Y-LA-FORESTACION-Y-EN-Feldman-Coronel/d3988b24b1b510ecabc2b6c2670442167814f292>
- Garro, J. (2016). El suelo y los abonos orgánicos. (L. Ramírez, & M. Mesén, Edits.) San José, Costa Rica: INTA, CR.
- Giordano, G; Golsberg, C (Comp.). (2013). Desarrollo tecnológico y agricultura familiar: Una mirada desde la investigación acción participativa. Jujuy, Argentina: Ediciones INTA.
- Gómez, A. M., Ceballos, N., Orozco, F. J., & Parra, C. A. (Julio-diciembre de 2010). Efecto del sistema de producción en semitecho sobre el desarrollo, rendimiento y calidad del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Agronomía*, 18(2), 47-57.
- Gómez, J. (Enero-marzo de 1987). La agricultura periurbana. Su estudio. Sus cambios. Sus políticas. *Agricultura y sociedad*(42), 109-146.
- Guzmán, G. (2004). Hidropónia en casa una actividad familiar. San José, Costa Rica: MAG.
- IMN. (Junio de 2018a). Estaciones termopluviométricas. Boletín meteorológico mensual, 32-33. Recuperado el 26 de marzo de 2019, de <https://www.imn.ac.cr/boletin-meteorologico>
- IMN. (Julio de 2018b). Estaciones termopluviométricas. Boletín Meteorológico mensual, 25-26. Recuperado el 25 de enero de 2019, de <https://www.imn.ac.cr/boletin-meteorologico>
- IMN. (Agosto de 2018c). Estaciones termopluviométricas. Boletín Meteorológico mensual, 22-23. Recuperado el 12 de febrero de 2019, de <https://www.imn.ac.cr/boletin-meteorologico>
- IMN. (Setiembre de 2018d). Estaciones termopluviométricas. Boletín Meteorológico mensual, 32-33. Recuperado el 12 de febrero de 2019, de <https://www.imn.ac.cr/boletin-meteorologico>
- INEC. (2012). X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda: Resultados Generales. San José, Costa Rica: INEC. Recuperado el 12 de febrero de 2018, de <https://inec.cr/poblacion>
- Lardizábal, R., & Cerrato, C. (2009). Manual de producción de tomate. Lima, Cortes, Honduras: Entrenamiento y desarrollo de agricultores.
- León, J. (1987). Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica: Agroamérica.
- Llerena, E. D. (2007). Comportamiento de dos genotipos de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum* Mill) en diferentes sustratos hidropónicos en Yuyucocha. Escuela de Ingeniería

- Agropecuaria . Ecuador: Univerisidad técnica del Norte. Recuperado el 3 de setiembre de 2018, de https://scholar.google.es/scholar?start=40&q=tomate+sustratos+pdf&hl=es&as_sdt=0,5
- López, A. (2003). Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Del campo al mercado. FAO. Roma: FAO. Obtenido de www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s.htm
- López, L. (2012). Actualidad de la Agrocadena del cultivo de tomate. Segundo Congreso Nacional del cultivo de tomate, (págs. 1-3). San José, Costa Rica.
- López, L. (2016). Manual técnico del cultivo de tomate *Solanum Lycopersicum*. (L. Ramírez, Ed.) San José, San José, Costa Rica: INTA.
- Márquez , C., Cano, P., & Rodríguez, N. (2008). Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomates en invernaderos. *Agricultura Técnica de Mexico.*, 34(1), 69-74.
- Márquez, C., & Cano, P. (2005). Producción de tomate cherry bajo invernadero. *Actas Portuguesas de Horticultura*, 5(1), 219-224. Recuperado el 28 de agosto de 2017, de https://scholar.google.es/scholar?start=40&q=producci%C3%B3n+de+tomate+en+invernadero&hl=es&as_sdt=0,5
- Márquez, C., Cano, P., Chew, Y., Moreno, A., & Rodríguez, N. (2006). Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultua*, 12(2), 183-189.
- MEIC, MAG, & MS. (29 de julio de 2004). Decreto N31890-MEIC-MAG-S-Reglamento Técnico RTCR 379:2004 tomate para consumo en estado fresco. *La Gaceta*(141). Recuperado el 23 de marzo de 2018, de <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=decreto+31890>
- Méndez , T., Sánchez, F., Sahagún, J., & Contreras , E. (2005). Doseles escaleriformes con hileras de plantas de jitomate orientadas en dirección este -oeste. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 11(1), 185-192.
- Morales , J. C. (2007). Evaluación de genotipos de tomate bajo invernadero con nutrición orgánica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Tlaxiaco. Mexico: Universidad Autónoma.
- Moreno, A., Valdés, M., & Zarate, L. (2005). Desarrollo de tomate en sustratos de Vermicomposta y arena bajo condiciones de invernadero. *Agricultura técnica de Chile*, 65(1), 26-34.
- Naranjo, D. (31 de Agosto de 2018). Instituto Meteorológico Nacional. Recuperado el enero de 2019, de www.imn.ac.cr/web: www.imn.ac.cr
- Ortega, D. (2010). Efecto de los sustratos en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de Invernadero. Tesis para Maestro en Ciencias., Colegio de Posgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Mejiaco.
- Palominos, D. (2008). Evaluación de diferentes concentraciones de vermicomposta y solución nutrimental en tomate saladette (*Lycopersicon esculentum*) bajo sombreo. Tesis de Ingeniero Agrónomo en Horticultura, Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, Mejiaco.
- Pérez, J., Hurtado , G., Aparicio, V., Argueta, Q., & Larín , M. (s.f.). Guía técnica del cultivo del tomate. El Salvador: CENTA.
- PIMA. (2016). Análisis del consumo de frutas, hortalizas, pescado y mariscos en los hogares costarricenses. PIMA. San José, Costa Rica: PIMA. Obtenido de www.pima.go.cr
- Poleo, D. A. (Junio de 2018). Instituto Meteorológico Nacioonal. Obtenido de <https://www.imn.ac.cr/web>: <https://www.imn.ac.cr/web/imn/inicio>
- Quesada, P. (2011). Uso de compost y arena volcanica como sustrato en un sistema hidróponico abierto para cultivo protegido de tomate (*Lycopersicun esculentum* M.). Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica, Tecnológico de Costa Rica., San Carlos, Costa Rica.
- Ramírez, C., & Nienhuis, J. (2012). Evaluación del crecimiento y productividad del tomate bajo cultivo protegido en tres localidades de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 25(1), 3-15.

- Resh, H. (2001). Cultivos hidropónicos. *Revista Agricultura Rural Urbana (RUAF)*. (2001). Agricultura urbana: Concepto y definición. *Revista Agricultura Rural Urbana (RUAF)*, 1(1), 5-7.
- Reyes, C. A. (2009). Evaluación de híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía aplicando bioestimulante Jisamar en el cantón La Libertad. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero agropecuario, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador.
- Sánchez, F., & Ponce, J. (1998). Densidad de plantación y nivel de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivado en hidroponía. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 4(2), 89-93.
- Sánchez, F., Moreno, E., & Cruz, E. (2009). Producción de jitomate hidropónico bajo invernadero en un sistema de dosel en forma de escalera. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 15(1), 67-73.
- Sánchez, F., Moreno, E., Morales, A., Peña, A., & Colinas, M. (2012). Densidad de población y volumen de sustrato en plántulas de jitomate (*Lycopersicon lycopersicon* Mill. *Agrociencia*, 255-266.
- Santandreu, A., Gómez, A., Terile, R., & Ponce, M. (2009). Agricultura urbana en Montevideo y Rosario: ¿Una respuesta a la crisis o un componente estable del paisaje urbano. *Revista Agricultura Urbana*(22).
- Santos, M., & Sánchez, F. (2003). Densidad de población, arreglos de dosel y despuntes en jitomate cultivado en hidroponía bajo invernadero. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 26(1), 257-262.
- Steel, R., & Torrie, J. (1993). *Bioestadística: principios y procedimientos*. (segunda ed.). (M. G. Hill, Ed.) Mexico: Tipográfica Barsa.
- Torres, P., & Rodríguez, L. (2006). Dinámica agroambiental en áreas periurbanas de México. Los casos de Guadalajara y Distrito Federal. *Boletín del Instituto de Geografía*(60), 62-68. Recuperado el 4 de setiembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112006000200005&script=sci_arttext&tlng=en
- Ucan, I., Sánchez, F., Contreras, E., & Corona, T. (2005). Efecto de la densidad de población y raleo de frutos sobre el rendimiento y tamaño del fruto de tomate. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 8(1), 33-38.
- Velasco, E., Miranda, I., Nieto, R., & Villegas, H. (2004). Evaluación de sustratos y variedades en la producción protegida de jitomate. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 10(2), 239-246.
- Villegas, R., González, V., Carrillo, J., Livera, M., Sánchez, F., & Osuna, T. (2004). *Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a densidades de población de dos sistemas de producción*. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(4), 333.

Anexo B. Interpretación de los resultados de análisis químico del suelo empleado para la mezcla usada en los tratamientos evaluados en la producción de tomate según la guía para la interpretación de análisis de suelos utilizada por el MAG. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.

Parámetros	Unidades	Suelo utilizado	Niveles críticos medios	Nivel del suelo empleado
pH	Cmol(+)/l	6,1	5,5-6,5	Optimo
Al	Cmol(+)/l	0,2	0,3	
Ca	Cmol(+)/l	4,4	4-20	Optimo
Mg	Cmol(+)/l	0,3	1-10	Bajo
K	Cmol(+)/l	1,45	0,2-1,5	Optimo
P	Mg/l	40	10-40	Optimo
Mn	Mg/l	8	5-50	Optimo
Zn	Mg/l	6,3	3-15	Optimo
Cu	Mg/l	8	1-20	Optimo
Fe	Mg/l	173	10-50	Alto
Ca/Mg		14,66	2-5	Alto
Mg/K		0,21	2,5-15	Bajo
Ca+Mg/k		3,24	10-40	Bajo
Ca/K		3,03	5-25	Bajo
% saturación de acidez	%	3,15	10-25	
CICE		6,35	10-25	

**Anexo C. Análisis de variancia de la altura al racimo de tomate en los tratamientos evaluados.
El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2108**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura al racimo	25	0,04	0	6,46

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,36	4	2,84	0,19	0,9426
Tratamiento	11,36	4	2,84	0,19	0,9426
Error	304,4	20	15,22		
Total	315,76	24			

Anexo D. Análisis de variancia de la altura de planta tomate a la tercera hoja después del primer racimo. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2108

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta	25	0,04	0	8,14

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	35,44	4	8,86	0,22	0,9227
Tratamiento	35,44	4	8,86	0,22	0,9227
Error	796,8	20	39,84		
Total	832,24	24			

Anexo E. Análisis de varianza del número promedio de frutos de primera calidad. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Primera	25	0,02	0	44,76

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	19,44	4	4,86	0,12	0,9728
Tratamiento	19,44	4	4,86	0,12	0,9728
Error	794,4	20	39,72		
Total	813,84	24			

Anexo F. Total de frutos por de tomate de primera calidad en plantas de tomate despuntadas a un racimo. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.

Tratamiento	Total de frutos de primera calidad /parcela útil
T1	14,80
T2	13,20
T3	15,40
T4	13,20
T5	13,80

Anexo G. Análisis de varianza de los frutos de tomate de tamaño grande. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grande	25	0,07	0	76,34

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,16	4	3,54	0,39	0,8152
Tratamiento	14,16	4	3,54	0,39	0,8152
Error	182,8	20	9,14		
Total	196,96	24			

Anexo H. Análisis de varianza del rendimiento de frutos de tamaño grande (g). El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grande	25	0,05	0	76,54

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	483911,65	4	120977,91	0,26	0,9016
tratamiento	483911,65	4	120977,91	0,26	0,9016
Error	9393157,61	20	469657,88		
Total	9877069,26	24			

Anexo I Análisis de varianza de frutos tamaño mediano producidos por tratamiento. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mediano	25	0,08	0	46,12

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,16	4	4,54	0,43	0,7847
Tratamiento	18,16	4	4,54	0,43	0,7847
Error	210,8	20	10,54		
Total	228,96	24			

Anexo J Análisis de varianza del rendimiento promedio (g) de frutos de tomate mediano. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mediano	25	0,09	0	62,61

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	787447,12	4	196861,78	0,49	0,7428
tratamiento	787447,12	4	196861,78	0,49	0,7428
Error	8029688,14	20	401484,41		
Total	8817135,26	24			

Anexo K Análisis de varianza del número de frutos pequeño por tratamiento. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pequeño	25	0,17	0,01	75,73

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,04	4	5,76	1,06	0,4025
Tratamiento	23,04	4	5,76	1,06	0,4025
Error	108,8	20	5,44		
Total	131,84	24			

Anexo L. Análisis de varianza del rendimiento en frutos pequeños (g) por tratamiento. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pequeño	25	0,07	0	104,81

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	195378,49	4	48844,62	0,37	0,8274
tratamiento	195378,49	4	48844,62	0,37	0,8274
Error	2642870,37	20	132143,52		
Total	2838248,86	24			

Anexo M. Análisis de varianza del rendimiento total (g) de los tratamientos de tomate con despunte a un racimo. El Coyol, Barrio San José, Alajuela, 2018.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Total	25	0,02	0	48,24

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	457271,45	4	114317,86	0,1	0,9823
Tratamiento	457271,45	4	114317,86	0,1	0,9823
Error	23649242,4	20	1182462,12		
Total	24106513,8	24			

Anexo N. Número y peso total (g) frutos de tomate. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018

Tratamiento	Total de frutos	Rendimiento (g)
T1	14,8	2 170,64
T2	13,2	2 457,94
T3	15,4	2 373,34
T4	13,2	2 145,74
T5	13,8	2 123,80

Anexo O. Costos de insumos (m²) utilizados en el T2 en el cultivo de tomate con despunte temprano. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.

Rubro/Producto	Unidad de medida	Costo unitario (C)	Cantidad utilizada m2	Costo total (C)
Nitrato de potasio	Kilo	2 200,00	0,179	393,80
Nitrato de calcio	Kilo	1 060,00	0,263	2 78,78
Fosfato de potasio	Kilo	2 450,00	0,078	191,10
Fertilón combi	g	18,50	8	148,00
Sulfato de magnesio	Kilo	700,00	0,166	116,20
Ácido bórico	Kilo	300,00	0,002	0,60
Agua	m3	331,00	0,928	307,17
Plástico tomatero	m	117,00	1,4	163,80
Electricidad	Kw	8 4,45	7,72	27,00
Dazonet	kg	6 788,00	0,04	271,52
Plántula de tomate	planta	90,00	21	1 890,00
Compost 2	Kg	27,78	14,7	408,37
Subtotal 1-T2				4 196,334

Anexo P. Costos de las subpartidas en el T2 del ensayo en colones y su equivalencia en porcentaje, El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.

Subpartida	Costo (₡)	Porcentaje
Insumos	4 196,33	44,62
Mano de obra	3 219,48	34,23
Gastos depreciación	1 989,78	21,16
Total	9 405,59	100,00

Anexo Q. Costos de insumos (m²) utilizados en el T3 en el cultivo de tomate con despunte temprano. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.

Rubro/Producto	Unidad de medida	Costo unitario (C)	Cantidad utilizada m2	Costo total (C)
Nitrato de potasio	Kilo	2 200,00	0,179	393,80
Nitrato de calcio	Kilo	1 060,00	0,263	278,78
Fosfato de potasio	Kilo	2 450,00	0,078	191,10
Fetrilón combi	g	18,50	8	148,00
Sulfato de magnesio	Kilo	700,00	0,166	116,20
Ácido bórico	Kilo	300,00	0,002	0,60
Agua	m3	331,00	0,928	307,17
Plástico tomatero	m	117,00	1,4	163,80
Electricidad	Kw	84,45	7,72	27,00
Dazonet	kg	6 788,00	0,04	271,52
Plántula de tomate	planta	90,00	21	1 890,00
Lombricompost 1	kg	400,00	7,35	2 940,00
Subtotal 1-T3				6 727,97

Anexo R. Costos de las subpartidas en el T3 del ensayo en colones y su equivalencia en porcentaje, El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018

Subpartida	Costo (C)	Porcentaje
Insumos	6 727,97	56,22
Mano de obra	3 219,48	26,90
Gastos depreciación	2 020,82	16,88
Total	11 968,27	100,00

Anexo S. Costos de insumos (m²) utilizados en el T4 en el cultivo de tomate con despunte temprano. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018.

Rubro/Producto	Unidad de medida	Costo unitario (C)	Cantidad utilizada m2	Costo total (C)
Nitrato de potasio	Kilo	2 200,00	0,179	393,80
Nitrato de calcio	Kilo	1 060,00	0,263	278,78
Fosfato de potasio	Kilo	2450	0,078	191,10
Fetrilón combi	g	18,50	8	148,00
Sulfato de magnesio	Kilo	700,00	0,166	116,20
Ácido bórico	Kilo	300,00	0,002	0,60
Agua	m3	331,00	0,928	307,17
Plástico tomatero	m	117,00	1,4	163,80
Electricidad	Kw	84,45	7,72	27,00
Dazonet	kg	6 788,00	0,04	271,52
Plántula de tomate	planta	90,00	21	1 890,00
Lombricompost 2	kg	400,00	14,7	5 880,00
Subtotal 1-T4				9 667,97

Anexo T. Costos de las subpartidas en el T4 del ensayo en colones y su equivalencia en porcentaje. El Coyol, Barrio San José, Alajuela. 2018

Subpartida	Costo (C)	Porcentaje
Insumos	9 667,97	65,83
Mano de obra	3 219,48	21,92
Gastos depreciación	1 798,37	12,25
Total	14 685,82	100,00