

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



NUMERO DE TALLOS Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL
TOMATE (*Solanum lycopersicum*) BAJO INVERNADERO

PRESENTADO POR

Gracia Maria Matute Santos

TESIS

PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

CATACAMAS, OLANCHO

NOVIEMBRE DEL 2025

DEDICATORIA

Con profundo amor y gratitud, dedico este trabajo a **DIOS**, por darme la fortaleza y la sabiduría para llegar hasta aquí.

A la **Universidad Nacional de Agricultura** por abrirme las puertas del conocimiento, por brindarme una formación integral y por el espacio donde crecí no solo como estudiante sino también como persona.

A mis padres **Franklin Leonel Matute Villanueva** y **Zulma Zulay Santos Galo**, por ser el pilar fundamental de mi vida, por sus sacrificios, consejos y apoyo incondicional en cada etapa de mi formación.

A todas aquellas personas que creyeron en mí, incluso en los momentos en los que yo dudaba de mis propias fuerzas.

Este logro es también de ustedes.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a **DIOS** por darme la vida, la fortaleza y la oportunidad de culminar esta etapa tan importante.

A mis padres **Franklin Leonel Matute Villanueva** y **Zulma Zulay Santos Galo**, por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo y dedicación, por su amor incondicional, sus consejos y sacrificios, que han sido el motor que me impulsó a seguir adelante en los momentos más difíciles.

A mi novio **Heber Josué Maldonado**, por su comprensión, paciencia y apoyo constante; gracias por creer en mí cuando yo misma dudaba en este camino lleno de retos y aprendizajes.

A mis asesores, Dr. **Santiago Maradiaga**, Ing. **Alex López**, M. Sc **José Paz**, por su orientación académica, su tiempo y valiosas recomendaciones que fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

Y con especial gratitud, a todas las personas del área de hortalizas **Víctor Murillo** y **Carlos Rodríguez** que colaboraron en este trabajo, su apoyo práctico y disposición hicieron posible que esta investigación se llevara a cabo de la mejor manera.

A todos ustedes, gracias por ser parte de este logro.

INDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE TABLAS.....	v
TABLA DE FIGURAS	vi
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo General.....	2
2.2. Objetivos Específicos	2
III. REVISION DE LITERATURA	3
3.1. Origen de <i>Solanum lycopersicum</i>	3
3.2. Taxonomía	3
3.3. Descripción botánica.....	3
3.4. Morfología de los órganos de la planta de tomate	4
3.5. Semilla.....	4
3.6. Raíz.....	4
3.7. Tallo.....	4
3.8. Hoja	5
3.9. Flor	5
3.10. Fruto	5
3.11. Longitud de crecimiento	6
3.12. Grosor del tallo	6
3.13. Longitud de la hoja	6
3.14. Poda	6
3.15. Poda de formación.....	7
3.16. Poda de yemas o chupones.....	7
3.17. Poda de brotes.....	8
3.18. Respuesta reproductiva del tomate al desbrote y al deshoje.....	8
3.19. Respuesta productiva del tomate al desbrote y al deshoje.	9
3.20. Conducción y poda en tomate bajo condiciones de invernadero	10
3.21. Despunte	10
3.22. Niveles de despunte y densidades de población	10
5.1. Fisiología del Tomate y Crecimiento de los Tallos	11

6.1. Efecto del Número de Tallos en la Producción	11
6.2. Efecto del número de tallos por planta sobre el diámetro del fruto de tomate	
IV. MATERIALES Y METODOS	14
4.2. Materiales y equipo	14
4.3. Manejo del experimento	15
4.3.1. Lavado y desinfección de Bandejas y Lugar a trabajar	15
4.3.2. Llenado bandeja	15
4.3.3. Siembra y Tapado	15
4.3.4. Trasplante	15
4.3.6. Fertilización	16
4.3.7. Tutorado.....	16
4.3.8. Polinización.....	16
4.3.9. Control de malezas	17
4.3.10. Podas	17
4.3.11. Manejo Fitosanitario del cultivo	18
4.3.12. Cosecha	19
1.1. Descripción de los tratamientos	19
1.2. Diseño experimental.....	19
1.1. Variables Evaluadas	20
1.2. Días a cosecha	20
1.3. Variables Longitud de fruto y Diámetro de fruto	20
1.6. Variable número de frutos por planta	21
1.8. Análisis Estadístico	21
V. RESULTADOS Y DISCUSION	22
VI. CONCLUSIONES	31
VII. RECOMENDACIONES	32
VIII. BIBLIOGRAFIA	33
IX. ANEXOS.....	36

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Se aprecia los tratamientos y descripción de la investigación realizada	19
Cuadro.2 Análisis de Varianza.....	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sitio donde se estableció el experimento	14
Figura 2. Variación de la longitud del fruto según el Tratamiento.	23
Figura 3. Comparación del Diámetro del fruto entre tratamiento	24
Figura 4. Sólidos solubles (° Brix) en frutos de tomate según el número de tallos bajo invernadero.	26
Figura 5. Numero de frutos por planta de tomates según el número de tallos	27
Figura 6. Rendimiento del cultivo de tomate (kg/m ²) influenciados por los tratamientos.....	29

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de longitud de frutos.....	37
Anexo 2. Prueba de comparación de medias, para la variable de longitud de frutos.....	37
Anexo 3. Análisis de varianza del diámetro de frutos.....	37
Anexo 4. Prueba de comparación de medias, para la variable de diámetro de frutos	37
Anexo 5. Análisis de varianza de solidos Soluble °Brix.....	38
Anexo 6. Prueba de comparación de medias, para la variable de solidos Soluble °Brix38	
Anexo 7. Análisis de varianza del Rendimiento en (kg/m ²)	38
Anexo 8. Prueba de comparación de medias, para la variable del Rendimiento en (kg/m ²).....	38
Anexo 9. Análisis de varianza de numero de frutos.....	39
Anexo 10. Prueba de comparación de medias, para la variable numero de frutos.....	39
Anexo 11. Plan de fertilización aplicado durante el ensayo.....	40
Anexo 12. Elaboración del vivero.....	41
Anexo 13. trasplante de las plántulas de tomate	41
Anexo 14. Aplicación de fertilizante 18-46-0	42
Anexo 15. Manejo del tutorado en plantas de tomate.	42
Anexo 16. Ramificación de las plantas de tomate.....	43
Anexo 17. Polinización de forma mecánica.....	43
Anexo 18. Deschuponando las plantas de tomate	44
Anexo 19. Recolección de datos del ensayo	44
Anexo 20. Productos fertilizantes utilizados durante el ensayo	45
Anexo 21. Croquis del área experimental.	46
Anexo 21. Bitácora de actividades durante el desarrollo del experimento.	47

Matute Santos, GM 2025. Número de Tallos y su Efecto en la Producción y Calidad del Tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo invernadero en la Universidad Nacional de Agricultura, Tesis ingeniero Agrónomo UNAG. Catacamas Olancho, Honduras C.A

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Universidad Nacional de Agricultura durante los meses de junio a octubre, con el objetivo de evaluar el efecto del número de tallos sobre la producción y la calidad del tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero. Se establecieron cuatro tratamientos correspondientes a diferentes números de tallos: T1(1 tallo) T2 (2 tallos) T3 (3 tallos) T4 (4 tallos), el diseño experimental empleado fue un diseño al azar en franjas, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones cada uno. Las variables evaluadas fueron: longitud y diámetro del fruto, sólidos solubles °Brix, número de frutos por planta y rendimiento en (kg/m²). los resultados mostraron que el tratamiento T1 presentó valores más altos en la mayoría de variables evaluadas, en cuanto a longitud del fruto, T1 alcanzó 6.43 cm superando a los demás tratamientos (T2: 6.06 cm , T3: 5.50 cm, T4: 5.67 cm) , de igual forma el diámetro del fruto fue mayor en T1 con 7.35 cm, los sólidos solubles entre T1 4.56 y T4 5.07 sin diferencias marcadas entre tratamientos, el número de frutos por planta varió entre 11.3 y 14.2 siendo el T1 el tratamiento con mayor promedio. En términos de rendimientos T1 obtuvo el valor más alto con 2.47 (kg/m²) mientras que T2 1.72 (kg/m²) T3 1.68 (kg/m²) T4 1.35 (kg/m²) registraron valores inferiores. En conjunto los resultados indican que el manejo de un solo tallo por planta T1 favorece tanto las características físicas del fruto como el rendimiento total bajo condiciones de invernadero. Esto sugiere que un menor número de tallos permite un mayor aprovechamiento de los recursos de la planta, resultando en frutos de mayor calidad y mayor producción por área.

Palabras clave: tomate, tallos, rendimiento, calidad, invernadero.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es uno de los cultivos hortícolas más importantes a nivel mundial debido a su alto valor nutricional y su demanda en la industria agroalimentaria. En la producción bajo invernadero, se implementan diversas técnicas de manejo agronómico para optimizar el rendimiento y la calidad del fruto. Entre estas prácticas, la regulación del número de tallos por planta se ha convertido en un factor clave que influye directamente en la productividad y en la calidad del tomate. (Díaz , 2016).

La producción de tomate bajo invernadero tiene varias ventajas, incrementando la productividad del agua y fertilizantes, control de maduración, mayor flexibilidad en la fecha de trasplante y cosecha. Además, permite tener un mejor control en las variables del tiempo. (Zambrano A. , 2015)

El cultivo de *Solanum lycopersicum* es relevante para la economía hondureña. Según datos del USDA, en 2017 el país registró un crecimiento económico del 4.8%, impulsado por el consumo privado, las exportaciones y la recuperación de la inversión (Villar Mondragón, 2018). Además, cifras de FAOSTAT y del Banco Central de Honduras indican que entre 2015 y 2017 el sector agropecuario aportó en promedio el 14% del PIB, manteniéndose como una de las principales actividades económicas del país, solo superada por la industria manufacturera y la intermediación financiera (Villar Mondragón, 2018)

En este estudio busco evaluar cómo el manejo del número de tallos influye en la producción y en la calidad del tomate bajo invernadero, Considero importante conocer cómo responde el cultivo a diferentes formas de conducción, porque estas prácticas no solo modifican la arquitectura de la planta, sino también la distribución de nutrientes y la eficiencia en el uso de la luz. A través de este trabajo pretendo aportar información útil para mejorar la toma de decisiones en sistemas de producción bajo invernadero y, al mismo tiempo, comprender qué manejo permite obtener un equilibrio entre cantidad y calidad del fruto.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar el número de tallos y su respuesta en la producción y calidad del fruto en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo invernadero.

2.2. Objetivos Específicos

Determinar que tratamiento reporta mayor rendimiento en kg/m^2

Comparar que tratamiento muestra mayor calidad en relación a grados brix, diámetro y tamaño de fruto

Describir que tratamiento muestra mayor número de frutos por planta

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Origen de *Solanum lycopersicum*

El origen del género *Solanum* se localiza en la región andina, extendiéndose desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile. Los responsables de la expansión de este cultivo por el mundo fueron los españoles y portugueses, llevándolo desde Oriente Medio hasta África, después fue llevado a otros países asiáticos, pero también los europeos lo difundieron a Estados Unidos y Canadá. Ya en el siglo XVI se utilizaba este cultivo en México consumiéndose de distintas maneras. (López-Ferrer, 2017)

3.2. Taxonomía

De acuerdo con su taxonomía: *S. lycopersicum* pertenece a la familia: Solanácea, siendo una planta perenne de porte arbustivo, tiene la habilidad de desarrollarse de forma rastrera, semirrecta o erecta, existiendo variedades de crecimiento limitando o determinadas y otras de crecimiento ilimitado o indeterminadas. (López-Ferrer, 2017)

3.3.Descripción botánica

las plantas de *S. lycopersicum* presenta raíces principales, secundarias y adventicias, un tallo principal con 2-5 cm de diámetro, presenta tallo secundario con ramificación simpodial del cual brotan las inflorescencias. esta planta presenta de 7-9 hojas compuesta e imparipinnada cubierta de pelos urticales, tipo de flor clasificada como perfecta, regular e hipógina, consta de cinco o más sépalos y pétalos, sus estambres son soldados alternándose con los pétalos, formando un cono estaminal envolviendo su gineceo, con un ovario bio plurilocular. Los frutos se clasifican como baya 3 plurilocular, constituido por pericarpio, mesocarpio y endocarpio, tejido placentario y semillas, alcanzando pesos promedios de 600 gramos como mínimo.

Su tallo puede ser recto o ligeramente inclinado, presentando una textura herbácea en sus primeras etapas y volviéndose leñoso en la madurez. La cantidad de ramas depende del tipo de poda aplicada, lo que influye en la distribución de nutrientes y en la calidad de los frutos. Sus hojas son compuestas, alternas y pinnadas, con bordes irregulares y tricomas glandulares que liberan sustancias con propiedades defensivas contra plagas y enfermedades. (López Marín, 2016)

3.4. Morfología de los órganos de la planta de tomate

3.5. Semilla

Las dimensiones aproximadas de la semilla de tomate son de 5 x 4 x 2 mm, la cual está conformada por el embrión, endospermo y la cubierta seminal. De tal forma que el embrión lo forman una yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula (Muñoz, 2011).

3.6. Raíz

El sistema radical del tomate está constituido por una raíz principal y una cantidad abundante de ramificaciones secundarias. El 70% de la biomasa radical se encuentra en los 30 cm iniciales de la capa de suelo. En condiciones óptimas, la raíz principal crece alrededor de 2.5 cm diarios hasta alcanzar los 60 cm de profundidad. (Viñals, 2017).

3.7. Tallo

El tallo es el eje donde crecen las hojas, brotes e inflorescencias; se le conoce como simposio a una parte del tallo conformado de tres hojas y un ramillete floral. El diámetro de la base del tallo es de 2 a 4 cm y puede ser de crecimiento determinado e indeterminado. Las variedades indeterminadas son las que se utilizan para su cultivo en

invernadero. El tallo cuenta con vellosidades las cuales salen de la epidermis, estas secretan un aceite que al desprenderlo brinda protección al tallo (Viñals, 2017).

3.8.Hoja

Las hojas cuentan con un peciolo y de él salen pequeñas hojas llamadas foliolos. Las cuales llegan a medir 50 cm de largo, con un foliolo terminal y hasta 8 foliolos laterales. El tamaño de las hojas depende de la condición vegetativa de la planta y de las condiciones de suministro de agua y nitrógeno, así como de las temperaturas diurnas y nocturnas (Jones, 2017).

3.9. Flor

Las flores son pequeñas, de color amarillo y forman corimbos axilares; el número de flores depende del tipo de tomate. Es por ello que en tomates de grueso calibre el ramillete llega a tener de 4 a 6 flores, en aquellos de mediano calibre se incrementa la cantidad de 8 a 12 flores por ramillete.(Jones, 2017).

3.10. Fruto

El peso, la forma y el tamaño del fruto dependen de la variedad y el manejo, lo cual se debe de considerar antes de definir la variedad a plantar. Los frutos tardan en madurar entre 55 a 60 días una vez que las flores han sido polinizadas, lo cual depende de las condiciones ambientales y la variedad. El fruto está conformado por dos o más lóculos, este se desarrolla a partir del ovario y puede llegar a alcanzar entre 5 a 500 g de peso al final de su madurez. El tiempo que se requiere para que un ovario se desarrolle a un fruto maduro, una vez que ha sido fecundado, es de 7 a 9 semanas, lo cual podría variar en función de la posición en el racimo y las condiciones ambientales (Viñals, 2017).

3.11. Longitud de crecimiento

En el sistema de agricultura protegida en el cultivo de tomate indeterminado se utiliza una rafia para hacer el marcaje de la altura de crecimiento de la planta. Esta marca se toma como referencia a la siguiente semana para tomar la medida de crecimiento que alcanzó la planta en esa semana, hasta el ápice. Este parámetro ayuda a evaluar el balance que se tiene entre el crecimiento vegetativo y generativo de la planta. El tallo crece regularmente entre 18 a 27 cm por semana, esto depende del genotipo y de las condiciones de temperatura que se presenten (muñoz, ramos , 2014).

3.12. Grosor del tallo

El grosor del tallo ayuda a evaluar la fuerza de crecimiento de la planta; para llevar a cabo con precisión la medición de este parámetro se utiliza un vernier. Para el 9 monitoreo del diámetro se toma la línea marcada una semana antes como altura de planta, de esta manera se obtiene el resultado de grosor, aumentado por semana (Muñoz, 2011).

3.13. Longitud de la hoja

Para la medición de la longitud se toma en cuenta la hoja más recientemente madura, la cual se encuentra entre el racimo que está cuajando y el que se encuentra en floración. La hoja más recientemente madura es aquella que terminó de crecer en el transcurso de la semana (Jones, 2017).

3.14. Poda

La poda tiene como propósito lograr un balance entre el crecimiento vegetativo y reproductivo (frutos). Asimismo, optimiza el espacio y reduce problemas sanitarios, obteniendo mayor precocidad, entre otros. Los sistemas que se usan son variados, pero

en esencia responden a dos criterios: dejar la producción en ramas laterales o en el eje principal (Arteaga-Barrueta, 2020).

La poda es la práctica de remover cualquier tipo de estructura de la planta. El principal objetivo de las podas es balancear el crecimiento reproductivo y vegetativo, permitiendo que los foto-asimilados se canalicen hacia los frutos, pero también tiene otros beneficios principalmente de tipo fitosanitario. Básicamente existen cuatro tipos de podas. (Escobar, 2013).

3.15. Poda de formación

Mediante esta poda se decide el número de tallos que va a tener la planta. Lo aconsejable para variedades de crecimiento indeterminado es la poda a un solo tallo, ya que la planta es más vigorosa y se facilita su tutorado y manejo. En caso de que se tome la decisión de dejar dos tallos en la planta, se deben escoger los dos tallos más vigorosos. El tallo más vigoroso es el principal y el segundo tallo es aquél que aparece inmediatamente por debajo de la primera inflorescencia (Escobar, 2013).

Dentro de los manejos de formación que se realizan a la planta de tomates destaca la poda, la cual consiste en la eliminación de los brotes laterales que salen desde las axilas de las hojas, dejando solamente el eje principal de la planta. Las plantas de tomate se pueden manejar a 1, 2, 3 y 4 ejes, dependiendo del vigor de la variedad, ya sea por la utilización de porta injerto o variedades vigorosas. (Cabello, 2020).

3.16. Poda de yemas o chupones

Las yemas axilares, también llamadas chupones, son pequeños brotes que crecen en el punto de inserción entre el tallo principal y los pecíolos de las hojas que se deben eliminar manualmente antes de que se desarrollen demasiado (< 5 cm). Esto evitará que tomen parte de los nutrientes que son importantes para el fruto. Además, al eliminarlos cuando aún son pequeños, se reduce el tamaño de las heridas y así la probabilidad de ataque de hongos, especialmente de *Botritis cinérea* (Escobar, 2013).

Para evitar la eliminación accidental del punto de crecimiento de la planta al confundirlo con un chupón, únicamente se deben eliminar los chupones que están por debajo del último racimo floral que se ha formado. A medida que el cultivo se desarrolla, la proliferación de chupones disminuye y su control se puede hacer con menos frecuencia. Poda de flores y frutos La poda de flores y frutos ayuda a balancear el crecimiento vegetativo con el generativo, para optimizar el número y el tamaño de los frutos en el racimo y a lo largo de la planta (Escobar, 2013).

3.17. Poda de brotes

Este manejo consiste principalmente en la eliminación de brotes axilares o secundarios a lo largo de la planta, para dejar sólo al eje (s) principal (es), con el fin de mantener la arquitectura de la planta, generando un equilibrio entre el volumen de materia vegetal y el volumen de aire dentro del invernadero (Hurtado, 2016).

La poda de brotes se realiza en forma periódica a lo largo del cultivo y se puede hacer manualmente cuando los brotes son menores a 10 cm. Cuando son más grandes, es recomendable la utilización de herramientas como tijeras finas. Se recomienda realizar estas labores en la tarde, ya que en este horario existe una alta temperatura entre 20 y 25°C y una humedad ambiental bajo el 50%, lo que permite una cicatrización más rápida de las heridas del corte de los brotes, y de esta forma, se disminuye el porcentaje de ocurrencia de enfermedades (cepeda siller, 2024).

3.18. Respuesta reproductiva del tomate al desbrote y al deshoje

El propósito de la poda, es regular la forma y tamaño de la planta, así como la floración y fructificación. El principio implicado en esta práctica es, la relación entre el crecimiento vegetativo y reproductivo. Una de las posibles razones que justifican el uso de la poda es su gran crecimiento vegetativo, que a menudo retarda el inicio de la fase reproductiva, las ventajas que presenta una poda a este tipo de cultivo, es la mayor ventilación e iluminación de la planta, por lo que la floración y el cuajado de los frutos son mayores (gostincar, 2020).

Al remover las hojas jóvenes en el período inmediatamente anterior a la inducción floral provoca un aumento en el número de flores. Por otro lado, Araya (1989), explica que en tomate el número de frutos a cosechar, depende tanto del número inicial de unidades reproductivas que son inducidas en la primera etapa de desarrollo de la planta, como de las pérdidas que se produzcan en las distintas fases de desarrollo hasta el estado de madurez. (Araya, 2018)

3.19. Respuesta productiva del tomate al desbrote y al deshoje.

El tomate presenta la habilidad para resistir la defoliación sin una reducción de producción, debido a un incremento de la tasa fotosintética en las hojas, además el rendimiento depende de la fase de crecimiento en que se realiza la defoliación; por lo tanto, no se reduce cuando el deshoje se realiza en la fase vegetativa, mientras que si se efectúa durante la fase reproductiva se espera una reducción proporcional al grado de defoliación, el rendimiento en una planta de tomate, disminuye con la severidad de la remoción de hojas, pero la tasa de maduración de la fruta se ve aumentada. La disminución del rendimiento se atribuye a una reducción del área fotosintética y a una disminución en el aprovechamiento de elementos móviles que están presentes en las hojas. Por lo mismo la capacidad que tiene una hoja de importar o exportar asimilados depende del momento en que se realice la defoliación. (Tanaka, 2016)

En tomate, el crecimiento de las plantas depende de la fotosíntesis y translocación de foto asimilados de los sitios de fijación de carbono fotosintético en diferentes tejidos hasta el lugar de uso o almacenamiento, Las hojas son fuentes de foto asimilados, y los frutos, los principales vertederos. (Tanaka, 2016)

El crecimiento representa la eficiencia de la planta como productor de nuevo material y depende de la fotosíntesis total y de la respiración. (Pinzón, 2011)

3.20. Conducción y poda en tomate bajo condiciones de invernadero

La conducción y poda del tomate se realiza de acuerdo al hábito de crecimiento de la variedad y el potencial productivo del cultivo. El propósito de estos manejos es maximizar la eficiencia del uso de la luz (EUL) por parte de la planta, para que todas sus hojas reciban la luz a lo largo de su perfil y la conviertan en asimilados (carbohidratos) que se transporten principalmente al fruto. A través de un adecuado y equilibrado manejo de conducción y poda se reduce la sombra miento e incrementa la aireación entorno al cultivo, obteniendo un mayor rendimiento y calidad de fruta (cepeda siller, 2024).

3.21. Despunte

Este manejo es utilizado para detener el crecimiento de la planta, a través de la eliminación del ápice de crecimiento cortando el brote apical del eje principal. Este manejo ayuda a controlar la altura de la planta y la cantidad de racimos que se desean producir, con el propósito de incrementar y homogenizar calibre, como también adelantar la maduración del fruto (precocidad). El despunte se realiza en una o dos hojas sobre el último racimo, con el propósito de evitar el daño por golpe de sol (Chamarro, 2018).

3.22. Niveles de despunte y densidades de población

En muchos ensayos experimentales y comerciales se han estado comparando tratamientos con diferentes niveles de despunte (despunte para dejar uno, dos o tres racimos por planta) y diferentes densidades de población dentro de cada nivel de despunte; de 6 a 15 plantas por m² de superficie útil en sistemas a tres racimos por planta, de 9 a 25 plantas por m² de superficie útil en sistemas a dos racimos por planta, y de 10 a 36 plantas por m² de superficie útil en sistemas a un racimo por planta (Villegas Cota, 2011).

5.1. Fisiología del Tomate y Crecimiento de los Tallos

El tomate puede presentar crecimiento determinado o indeterminado, según la variedad, y en los cultivos protegidos se prefieren las variedades indeterminadas por su capacidad de manejo mediante poda. Estas variedades permiten regular el número de tallos principales, lo cual es fundamental para equilibrar el crecimiento vegetativo y reproductivo. Ese equilibrio influye directamente en la fotosíntesis, la distribución interna de nutrientes y la capacidad de la planta para producir frutos de buena calidad. De acuerdo con (Martinez, 2019) estos aspectos fisiológicos determinan gran parte del rendimiento final del cultivo. Dentro del manejo del tomate en invernadero, la eliminación de brotes laterales o deshije es una práctica ampliamente utilizada. Este procedimiento reduce la competencia entre tallos, lo que mejora la eficiencia en la captación de luz dentro del dosel. Además, favorece una distribución más adecuada de los nutrientes hacia los órganos reproductivos. La literatura señala que el número de tallos por planta afecta la eficiencia fotosintética, especialmente en ambientes controlados. Cuando la planta mantiene un número adecuado de tallos, optimiza la asimilación de carbono y mejora su capacidad para sostener la carga de frutos. Estos procesos fisiológicos explican por qué el manejo de la poda tiene efectos directos sobre la productividad. la regulación del número de tallos es una práctica clave para maximizar el rendimiento del tomate bajo invernadero.

6.1. Efecto del Número de Tallos en la Producción

El rendimiento del tomate cultivado en invernadero depende tanto de la cantidad de frutos por planta como de su peso individual. Mayor número de tallos Aumenta la producción total de frutos por planta, pero disminuye su tamaño y peso promedio debido a una mayor competencia por los recursos. Menor número de tallos Permite obtener frutos más grandes y pesados, aunque reduce la cantidad total de frutos producidos por planta. Estudios recientes sugieren que mantener entre 2 y 3 tallos por planta es una estrategia óptima para equilibrar la productividad y la calidad del fruto. (Carmona, 2000).

Se espera que el número de tallos por planta influya directamente en el diámetro del fruto. En general, las plantas conducidas con un menor número de tallos (uno o dos) tienden a desarrollar frutos de mayor diámetro, debido a una menor competencia por fotosintatos y nutrientes. A medida que aumenta el número de tallos por planta, la planta distribuye sus recursos entre un mayor número de órganos reproductivos, lo cual puede resultar en frutos de menor calibre. Así, se prevé una disminución progresiva del diámetro del fruto conforme se incrementa el número de tallos, lo que podría impactar negativamente en su calidad comercial si no se maneja adecuadamente (Rodríguez , 2021)

En trabajos realizados por (Mendoza Pérez , 2018) reporto que el número total de frutos, que se obtuvieron en las repeticiones de cada tratamiento, donde en promedio se obtuvieron 62, 78 y 84 frutos por planta para T1, T2 y T3, respectivamente.

En la variable sólidos solubles totales (brix) en este mismo trabajo se encontró que T3 (tres tallos) reporto un valor más alto con 4.6 respectivamente. No se encontraron diferencias estadísticas significativas en brix en los tres tratamientos tampoco en los racimos. (Ramírez Ayala , 2018)

En otro trabajo realizados por (Rodríguez, 2021)) los mayores rendimientos se obtuvieron en las variedades 'Belfast' (con 3 y 4 tallos) y 'Bermello' (con 4 tallos), sin diferencias estadísticas entre ellas. El rendimiento más bajo de (6 kg/m²) se registró en la variedad 'Tremendity' conducida a un solo tallo. En cuanto al número de frutos por planta, no hubo interacción significativa entre variedad y número de tallos; sin embargo, 'Belfast' presentó la mayor cantidad (13 frutos). El manejo con 4 tallos generó más frutos por planta (12 frutos), mientras que 1 tallo produjo la menor cantidad (9 frutos). Tampoco se detectó interacción significativa para el peso del fruto.

Las variedades 'Tremendity' y 'Belfast' presentaron el mayor peso de fruto (396.00 g y 385.75 g, respectivamente). Al aumentar el número de tallos, se registró un mayor peso de fruto. El mayor PF (382.63 g) fue con 4 tallos/planta, y el menor (336.31 g) con 1 tallo/planta.

En relación diámetro del Fruto (DF) y Longitud del Fruto (LF): Los resultados indican que se consigue mejor calidad de frutos (mayor tamaño) con un menor número de tallos/planta. Diámetro: El mayor DF (7.59 cm) se obtuvo con 1 tallo/planta, y el menor (6.68 cm) con 4 tallos/planta. Longitud: La mayor LF (6.13 cm) fue con 1 tallo/planta, y la menor (5.51 cm) con 4 tallos/planta. Grado Brix (°B): No hubo diferencias estadísticas significativas por variedad, número de tallos/planta, ni por su interacción.

Se determinó el efecto del número de tallos/planta sobre el rendimiento en variedades de tomate de mesa y los factores en estudio no influenciaron en forma interactiva los componentes del rendimiento por lo que, el menor número promedio de frutos/racimo fue conseguido con la variedad ‘Bermello’ y el mayor promedio lo presentó ‘Belfast’. En relación con el número de tallos/planta, la menor cantidad de fruto/racimo se produjo con 1 tallo/planta y la mayor con 4 tallos/planta. En relación con el peso de fruto, el menor peso se produjo en la variedad ‘Anairis’ y el mayor con ‘Tremendity’. Sin embargo, no hubo evidencia de que esto se debiera al dejar diferente número de tallos/planta, a pesar de que al aumentar el número de tallos/planta se registrara mayor peso de fruto. En el análisis estadístico solo hubo efecto combinado de variedad * número de tallo para rendimiento (kg/m²) y el mismo fue más bajo con la variedad ‘Tremendity’ con 1 tallo/planta, más alto con ‘Belfast’ con 3 y 4 tallos/planta y ‘Bermello’ con 4 tallos/planta, con similar comportamiento estadístico. (Sanchez, 2021)

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1.Ubicación del experimento

La investigación se realizó en la Sección de Hortalizas, Universidad Nacional de Agricultura (UNAG), ubicada en el kilómetro 215 carretera que conduce a Dulce Nombre de Culmí. Ubicada en las coordenadas de latitud: -85.8793252 y longitud: 14.8437223, a una altitud de 350 msnm, una precipitación pluvial promedio anual de 1350 mm con temperaturas promedio de 28 °C. (Tulio, 2020)



Figura 1. Sitio donde se estableció el experimento

4.2.Materiales y equipo

- Semillas de la variedad de tomate híbrida llamada Toretto F1, de crecimiento indeterminado.
- Pie de rey
- Refractómetro
- Bandejas
- Canastas
- Tijeras de poda
- Botas
- Libreta y lápiz

4.3. Manejo del experimento

4.3.1. Lavado y desinfección de Bandejas y Lugar a trabajar

Para la desinfección de bandejas se lavaron con ace haciendo uso de un cepillo luego se utilizó yodo en una pila durante 10 min luego se lavaron con agua limpia y se dejó secar al aire. El área de trabajo se desinfecto con yodo.

4.3.2. Llenado bandeja

Se llenaron 5 bandejas, colocando el sustrato en cada bandeja asegurando una compactación ligera y uniforme, sin ejercer presión excesiva, para facilitar la aireación y el drenaje adecuados. Durante el llenado verificamos que no quedaran espacios vacíos o irregularidades que puedan afectar la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas.

4.3.3. Siembra y Tapado

Se coloco 1 semilla por cada espacio de siembra luego tapamos con el sustrato simultáneamente. Posteriormente se mantuvieron 5 días con el tapado para lograr uniformidad en la germinación de la semilla, Y se seleccionó la mejor plántula germinada.

4.3.4. Trasplante

El trasplante se realizó cuando las plántulas alcanzaron el estado de 4 a 6 hojas verdaderas, indicando un desarrollo adecuado del sistema radicular y vigor suficiente para su establecimiento en

Previamente, las camas se encontraban preparadas con el sustrato correspondiente. Se seleccionaron las plántulas más fuertes y resistentes, asegurando su buen estado antes del trasplante.

Antes de depositar las plantas en el terreno, se preparó una solución arrancadora en una relación de 3 libras de fertilizante 18-46-0 disueltas en un dron con una capacidad aproximada de 100 litros de agua. El distanciamiento utilizado fue de 0.40 m entre planta.

4.3.5. Riego

Se realizaron riegos durante todo el ensayo, efectuándose principalmente en horas de la mañana cada dos a tres días, con el objetivo de mantener el suelo en condiciones óptimas de humedad.

4.3.6. Fertilización

La fertilización se aplicó de acuerdo con los requerimientos nutricionales del cultivo, con el propósito de enriquecer el sustrato y proporcionar los nutrientes necesarios para el adecuado crecimiento de las plantas. Se estableció un plan de fertilización que se ejecutaba cada dos a tres días durante el desarrollo del ensayo.

4.3.7. Tutorado

Una vez que las plantas alcanzaron una altura aproximada de 30 cm, se procedió a realizar el tutorado de los tomates. Para ello, las plantas fueron atadas cuidadosamente a los tutores utilizando cuerda o cinta suave, con el fin de evitar daños en las ramas.

4.3.8. Polinización

La polinización se utilizó un atomizador, aplicándose de manera uniforme por las hileras de plantas todas las mañanas a las 8:00 a.m., con el fin de favorecer la fecundación de las flores y el buen desarrollo de los frutos.

4.3.9. Control de malezas

En el control de malezas se realizó procurando mantener limpio el área del cultivo de tomate esta práctica se realizaba de forma manual 2 veces por semana limpiando entre hileras y evitando cualquier daño en las plantas.

4.3.10. Podas

En cuanto al manejo de la poda, se realizaron diferentes tipos de intervenciones a lo largo del ciclo del cultivo y de acuerdo con cada tratamiento (1, 2, 3 y 4 tallos). La primera poda se efectuó **antes de iniciar el ciclo de cosechas, aproximadamente a los 30 cm de altura**, con el propósito de favorecer una adecuada aireación y asegurar que la energía de la planta se distribuyera hacia los órganos productivos.

A lo largo del ciclo, el cultivo presentó **ocho cosechas**, por lo que las podas se realizaron de manera continua en función de la estructura de tallos establecida para cada tratamiento. En plantas conducidas a **un tallo**, se eliminó rigurosamente todo brote axilar para mantener una sola guía principal. En los tratamientos de **dos tallos**, se permitió el desarrollo de un brote axilar adicional ubicado por debajo de la primera inflorescencia, mientras que el resto se eliminó. Para los tratamientos de **tres y cuatro tallos**, se dejaron crecer dos o tres brotes axilares adicionales, respectivamente, seleccionados estratégicamente en nudos inferiores para asegurar uniformidad en el crecimiento y distribución de frutos.

Posteriormente, se realizó una poda estructural después de la **octava cosecha**, eliminando follaje senescente y brotes hasta la altura del último racimo productivo activo, con el fin de estimular el rebrote, mejorar la ventilación y prolongar la productividad de las plantas.

De forma complementaria, se llevaron a cabo podas de deschuponado cada **cuatro a cinco días**, eliminando los brotes axilares a medida que aparecían, con el objetivo de mantener el crecimiento equilibrado de cada tratamiento y dirigir los nutrientes hacia los frutos en desarrollo.

4.3.11. Manejo Fitosanitario del cultivo

Para el control y la prevención de plagas y enfermedades se emplearon productos biológicos y químicos, aplicados conforme a las recomendaciones técnicas y a las dosis establecidas para cada caso. El control del mal de talluelo se realizó utilizando un fungicida a base de *Trichoderma harzianum*, a una dosis de 22 cc por litro de agua, efectuando dos aplicaciones con intervalos de cinco días. Para reducir el estrés fisiológico de las plantas se aplicó un producto foliar a base de aminoácidos libres, y como complemento nutricional se utilizó un suplemento multimineral (Ca, Mg, Zn y micronutrientes), a razón de 75 cc en 21 litros de agua. adicionalmente, se realizó una aplicación de sulfato de cobre (CuSO_4) a través del sistema de riego, utilizando 210 gramos en 100 litros de agua, con el propósito de desinfectar el suelo y prevenir enfermedades causadas por hongos del suelo. Para estimular el crecimiento vegetativo se aplicó un bioestimulante formulado con extractos enzimáticos y compuestos orgánicos, a una dosis de 20 cc por 21 litros de agua.

El control de ácaros se llevó a cabo mediante la rotación de tres ingredientes activos Abamectina, Spiromesifen, Azufre micronizado, aplicados a una dosis de 25 cc por 21 litros de agua, con el fin de evitar la resistencia del fitófago.

Por último, para la prevención de bacterias presentes en el suelo se aplicó un producto a base de kasugamicina , utilizando 500 gramos por barril, como medida de desinfección y protección fitosanitaria.

4.3.12. Cosecha

La cosecha se realizó una vez que los frutos alcanzaron el grado óptimo de madurez fisiológica. Cada tratamiento se cosechó por separado, recolectando todos los frutos provenientes de las plantas incluidas en la unidad experimental. Posteriormente, los datos recolectados fueron analizados para determinar el efecto del número de tallos sobre la producción. Durante la cosecha, se evitó la recolección de frutos dañados por plagas o enfermedades, con el fin de no alterar los resultados.

1.1.Descripción de los tratamientos.

Cuadro 1. se aprecia los tratamientos y descripción de la investigación realizada

Tratamiento	Descripción
T1	1 tallo (Testigo)
T2	2 tallos
T3	3 tallos
T4	4 tallos

Fuente: Elaboración propia con base en los tratamientos evaluados.

1.2.Diseño experimental.

Se utilizó un Diseño completamente al azar en franjas con 4 tratamientos y 4 repeticiones haciendo un total de 16 unidades experimentales,

En la parcela experimental se estableció un diseño que comprendió con una longitud total de 21.6 metros. Cada bloque presentó 4 metros de largo, con una separación de 1 metro entre bloques. El arreglo consistió en 4 bloques con doble hilera y 12 bloques con una sola hilera, utilizados para el desarrollo del experimento.

En total, el diseño del experimento integró **200 plantas**, y considerando además las plantas adicionales establecidas en la parcela, se obtuvo un total general de **790 plantas**.

La asignación de los tratamientos a las unidades experimentales se realizó de forma completamente aleatoria, con el fin de garantizar la independencia de los datos y la validez estadística del análisis.

1.1. Variables Evaluadas

Para la realización de los análisis de varianza y las pruebas de comprobación de medias Tukey. Se promediaron las repeticiones y tratamientos de las siguientes variables.

1.2. Días a cosecha

Esta variable se determinó registrando el número de días transcurridos desde el trasplante hasta que los frutos alcanzaron su madurez fisiológica.

1.3. Variables Longitud de fruto y Diámetro de fruto

En esta variable, cada vez que se realizó la cosecha se procedió a tomar 5 frutos al azar. Se utilizó el instrumento pie de rey para medir la longitud y el diámetro de los frutos, obteniendo los resultados en centímetros (cm).

1.4. Sólidos solubles totales (°Brix)

En esta variable, se extrajo una gota de líquido del fruto y se observó utilizando el refractómetro para determinar los sólidos solubles totales.

1.5.Variable Promedio de Frutos

cada vez que se realizó la cosecha, se tomaron al azar 5 frutos por tratamiento y repetición. Se procedió a pesarlos y a calcular el peso total por tratamiento y repetición.

Peso promedio del fruto (g)

El peso promedio del fruto se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{peso promedio fruto (g)} = \frac{\text{numero total de frutos}}{\text{peso total cosechado (g)}}$$

1.6.Variable número de frutos por planta

Después del trasplante, se seleccionaron cinco plantas de cada tratamiento y se realizó la evaluación del rendimiento y del número de frutos por planta, hasta el décimo racimo. Una vez cosechados los frutos, se pesaron en una báscula para calcular el rendimiento y el número de frutos por planta.

1.7.Rendimiento (kg/m²)

El rendimiento en cada cosecha se determinó pesando los frutos utilizando una balanza previamente calibrada, expresando el resultado en kilogramos por metro cuadrado (kg/m²).

1.8.Análisis Estadístico

Una vez colectado los datos se procederá a realizar un análisis de varianza mediante una prueba de F y si en los tratamientos hay efecto significativo se hará el análisis de los valores medios por la prueba de tukey al 5% de probabilidad con el auxilio del programa estadístico InfoStat.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Este cuadro muestra los resultados del ANOVA aplicado a las variables evaluadas en el estudio, incluyendo longitud del fruto, diámetro, sólidos solubles, número de frutos por planta y rendimiento (kg/m²). Se presentan los cuadrados medios, grados de libertad y los valores de significancia estadística asociados a los tratamientos. Los resultados permiten determinar si el número de tallos genera diferencias estadísticas en los parámetros productivos y de calidad del cultivo.

Cuadro.2 Análisis de Varianza

F. V	G. L	Cuadrados medios				
		Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Sólidos Solubles (%)	# frutos	Rendimiento (kg/m ²)
Tratamiento	3	0.692*	2.030*	0.204 ns	2.083 ns	0.907*
Error	12	0.137	0.486	0.146	8.125	0.066
Total	15					
C.V. (%)		6.25	10.87	7.90	21.31	14.29

5.1.Días a cosecha

Esta variable no se analizó estadísticamente debido a que la toma de datos fue única y todos los tratamientos alcanzaron su madurez a los 90 días y coincide con los rangos reportados de tomate en invernadero que anda en promedio de 80-100 días después del trasplante.

5.2. Longitud del fruto

En el análisis de la longitud de fruto (cm) mostro diferencias significativas ($P < 0.05$) por el efecto de los tratamientos (Anexo 1) en la prueba de comparación de medias de Tukey (Anexo 2) (figura 2)

Se observa en la figura 2, que el tratamiento T1 obtuvo la mayor longitud promedio con 6.43 cm, seguido de los otros T2 registro una longitud de 6.06 cm, Por su parte el tratamiento T3 mostro menor longitud de 5.50 cm siendo estadísticamente inferior a T1, el T4 presento un promedio de 5.67.

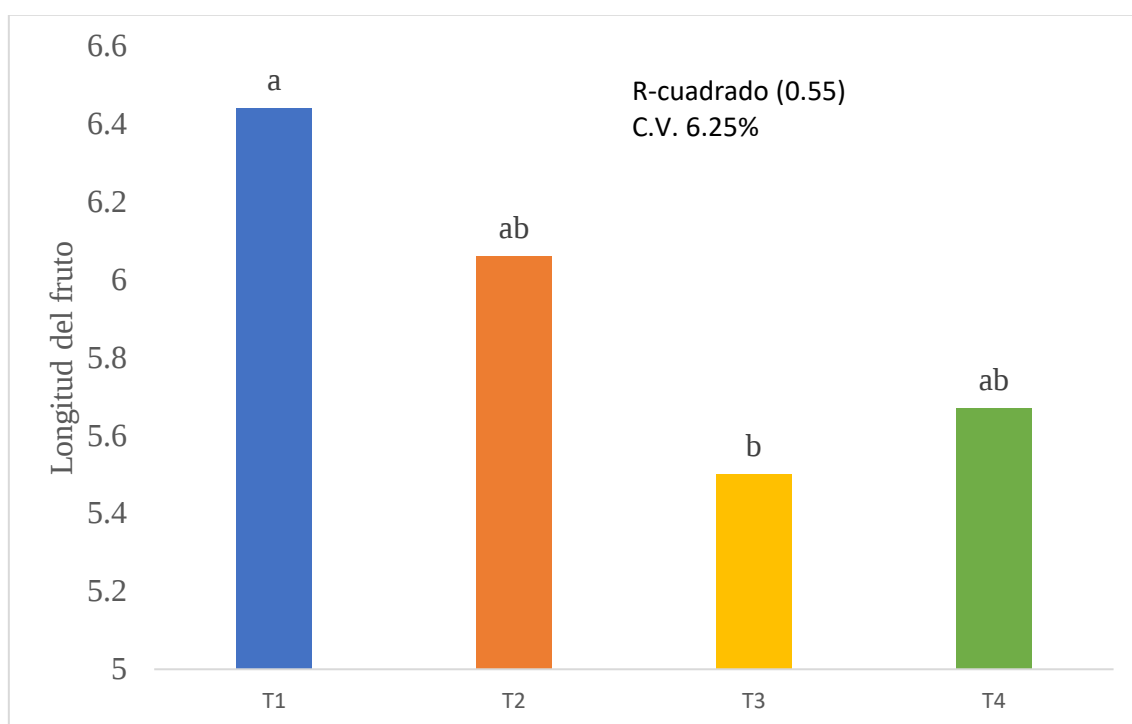


Figura 2. Variación de la longitud del fruto según el Tratamiento.

Los resultados encontrados en este trabajo probablemente sea que al disminuir el número de tallos por planta tiende a incrementar la longitud del fruto debido que hay menor competencia de energía y espacio en comparación con los otros tratamientos.

Según lo reportado por (Moreno A. D., 2020) las plantas manejadas con un solo tallo tienden a producir frutos más largos y uniformes debido a una mejor distribución de nutrientes hacia los racimos. En concordancia con este autor, en el presente estudio la longitud promedio del fruto fue de 6.13 cm en las plantas conducidas a un solo tallo, siendo estadísticamente superior al resto de las podas.

5.3. Diámetro del fruto

En el análisis de diámetro de fruto (cm) mostro diferencias significativas ($P < 0.05$) por el efecto de los tratamientos (Anexo 3) en la prueba de comparación de medias de Tukey (Anexo 4) (figura 3)

El tratamiento T1 obtuvo mayor diámetro promedio con 7.35 cm, respecto a los valores más bajos, el T2 registro un diámetro de 6.58 cm, en el T3 presenta un diámetro de 5.50 cm, mientras que el T4 alcanzo 5.78 cm, lo que indica que este tratamiento comparte similitud estadística con T1 a pesar de mostrar un valor numérico inferior.

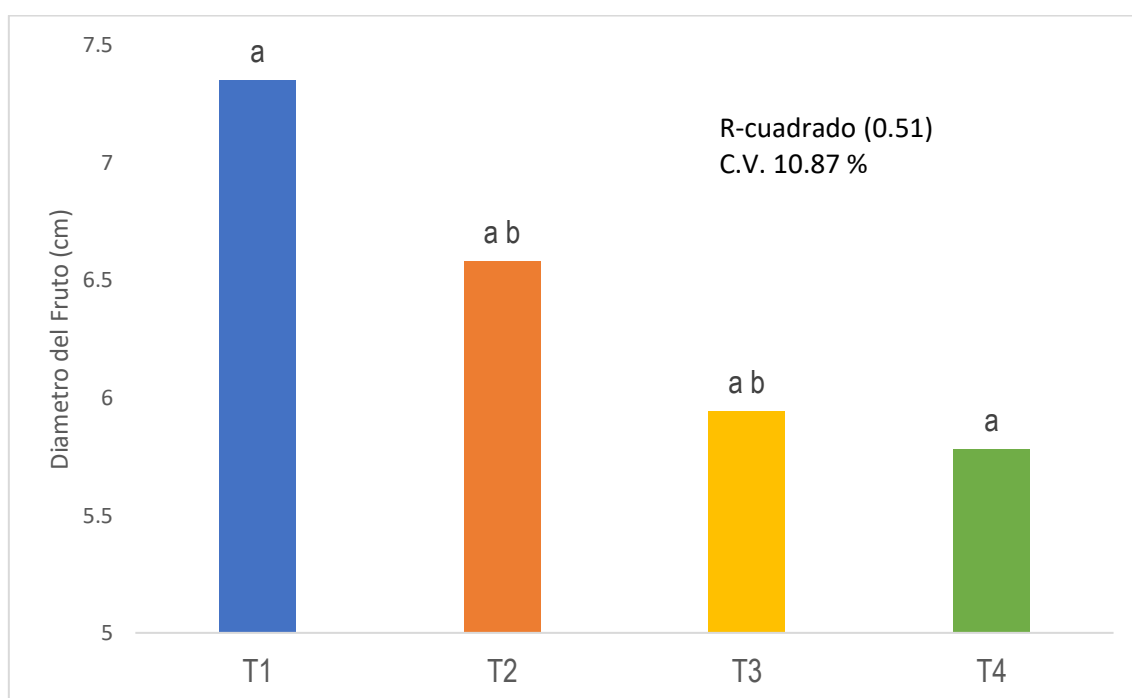


Figura 3. Comparación del Diámetro del fruto entre tratamiento

Los resultados muestran que el manejo de un tallo T1 favoreció un mayor diámetro del fruto. Comparado con los tratamientos que tenían mayores números de tallos T3, T4

Estos resultados probablemente se deban a que los tratamientos T3, T4, presentaban mayor biomasa que competían por foto asimilados que afectó drásticamente en el diámetro posiblemente debido a una competencia por mayor área foliar a mayor número de hojas funcionales. que concuerda con lo mencionado (Gómez R. H., 2019) quienes mencionan que una menor densidad de tallos favorece el desarrollo de frutos grandes y con mejor apariencia comercial. En cambio, al aumentar el número de tallos, los frutos son más pequeños, aunque el número de ellos por planta puede ser ligeramente mayor.

5.4.Solidos Solubles

En el análisis mediante la prueba de varianza (Anexo 5) tukey mostro que no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) por el efecto de los tratamientos en la prueba de comparación de medias tukey (Anexo 6) (figura 4)

Los valores oscilaron entre 4.46 y 5.07 correspondientes a los tratamientos T1 y T4, respectivamente a pesar de las diferencias significativas. Esto indica que el número de tallos T1 T2 T3 T4 no influyo significativamente en la concentración de solidos solubles del fruto.

Aunque el tratamiento T4 presenta el valor numérico más alto 5.07 no fue estadísticamente distinto del resto, lo cual coinciden con los estudios que el número de tallos no tuvo efecto en la calidad interna del fruto, azúcares y sabor. Según (Sánchez, 2021), sostienen que el contenido de sólidos solubles es una característica más determinada por factores genéticos y ambientales que por el manejo estructural de la planta.

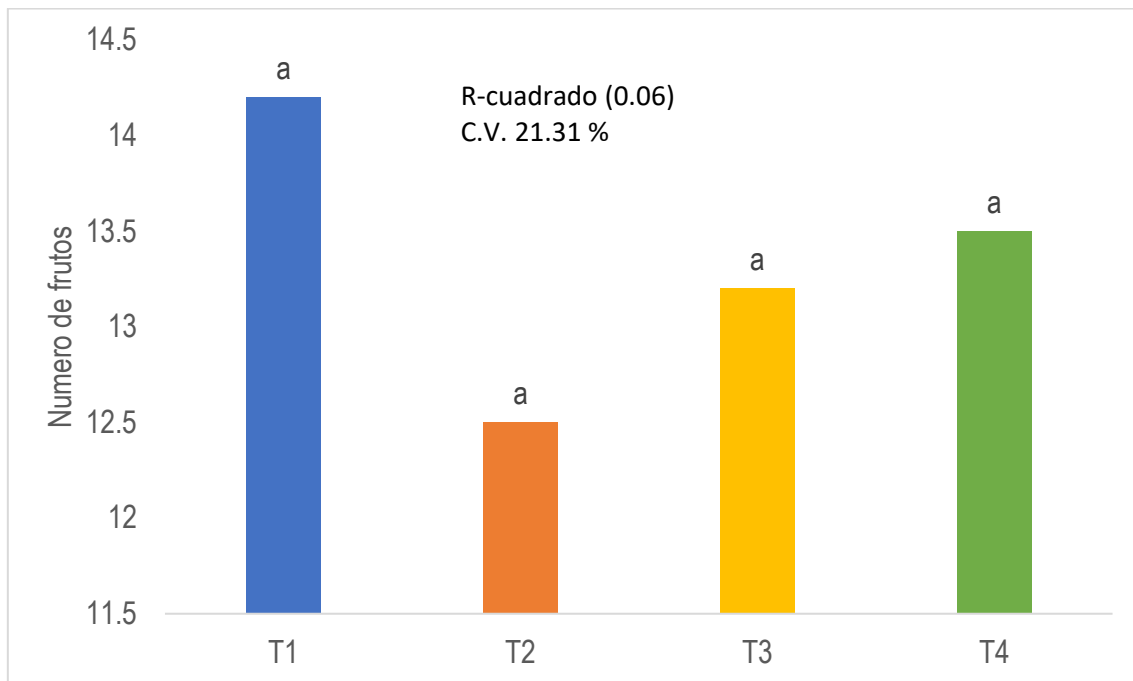


Figura 4. Sólidos solubles (° Brix) en frutos de tomate según el número de tallos bajo invernadero.

5.5. Numero de frutos

En el análisis mediante la prueba de comparación (Anexo 7) tukey mostro que no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la prueba de medias tukey (Anexo 8) (figura 5)

En el tratamiento T1 presento mayor número de frutos con un promedio de 14.2 frutos, seguido del tratamiento T4 cuatro tallos 13.4 frutos, el tratamiento T3 tres tallos 13.2 frutos, y finalmente que tratamiento T2 12.5 frutos. Las diferencias no son significativas, pero se logra ver una descendencia creciente en el número de tallos.

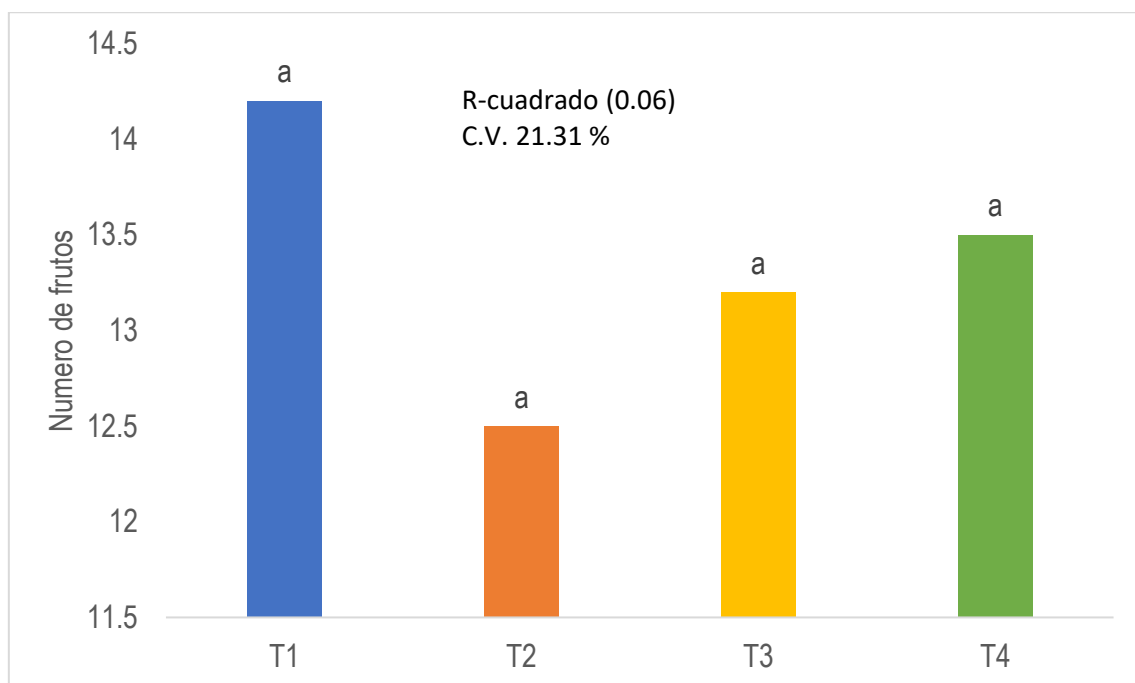


Figura 5. Numero de frutos por planta de tomates según el número de tallos

se observó una ligera tendencia a mayores valores en el tratamiento con un tallo (T1 = 14.2 frutos) y menores en el tratamiento con dos tallos (T2 = 12.5 frutos), sin embargo esta variación no fue suficiente para establecer diferencias estadísticas según lo mencionado por (Vargas J. , 2028) reportaron que el número de tallos influye más en el

tamaño de los frutos que en la cantidad total, ya que los recursos se redistribuyen entre un mayor número de puntos de fructificación.

Los valores encontrados en esta investigación son bajos en comparación por lo (Rodriguez , 2021) que obtuvo un promedio por racimo de 11.38 y 12.06 frutos/racimo contractando con lo de este trabajo que mostramos bajo número de frutos por planta, esto probablemente se debió a la baja polinización, y a factores ambientales y de manejo, como cuajado, poda, brotación lateral, floración y abortos florales, lo que naturalmente genera mayor dispersión entre unidades experimentales.

Este comportamiento es explicado por (Peil, 2020) que la planta de tomate presenta una capacidad fotosintética limitada, por lo que un exceso de tallos puede generar un mayor gasto energético en crecimiento vegetativo en lugar de destinar recursos al desarrollo de frutos.

5.6. Rendimiento en (kg/m²)

Rendimiento del cultivo de tomate (kg/m²) influenciados por los tratamientos, el análisis de varianza mostro diferencias significativas ($P \leq 0.05$) (Anexo 9), entre los tratamientos evaluados para la variable de rendimiento en (kg/m²), de acuerdo con la prueba de medias de tukey (Anexo 10) (figura 6)

En el tratamiento T1 registro mayor rendimiento con 2.47 (kg/m²) por su aparte los tratamientos T2 (1.72 kg/m²) T3 (1.68 kg/m²), mientras que el menor rendimiento se observó en el tratamiento T4 (1.35 kg/m²).

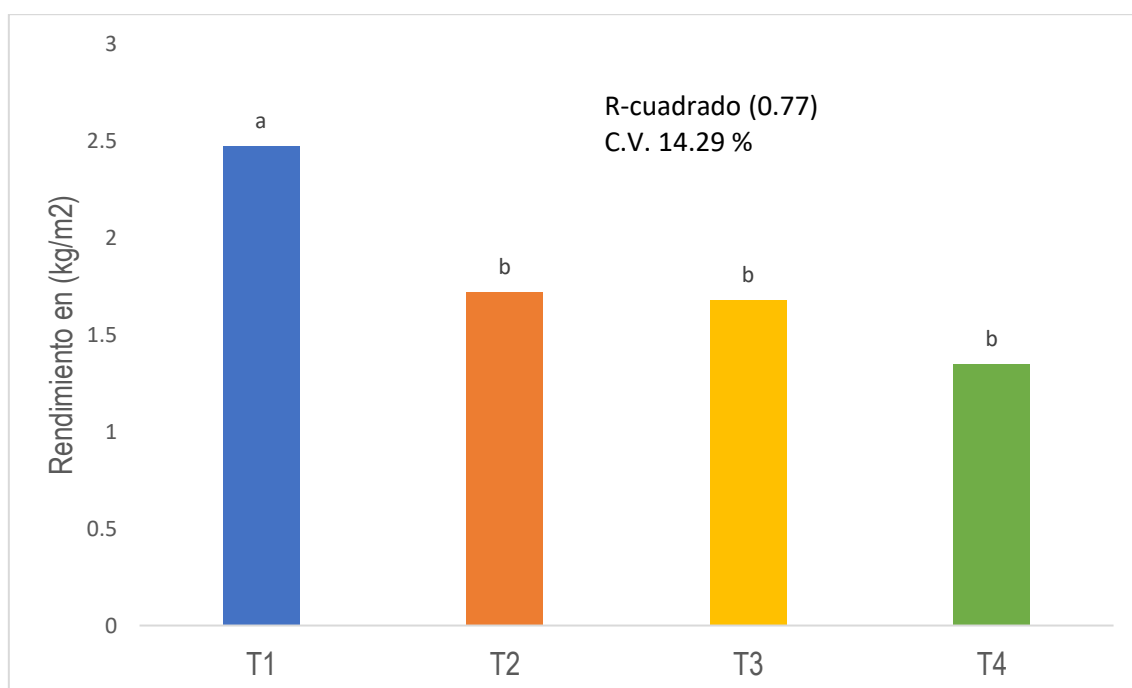


Figura 6. Rendimiento del cultivo de tomate (kg/m²) influenciados por los tratamientos

Los resultados evidencian que el manejo de un tallo (T1) por planta permitió obtener el mayor rendimiento por unidad de superficie la diferencia estadística significativa entre T1 y los demás tratamientos confirma que al incrementar el número de tallos reduce el rendimiento.

los tratamientos T2, T3, T4 no presentaron diferencias entre si aumento en la ramificación no mejora el rendimiento si no tiende a disminuirlo que a partir de dos tallos esto puede atribuirse a una mayor competencia interna de luz, nutrientes y agua. como menciona (Castillo, 2020) reporto incrementos en rendimiento con mayor número de tallos, aunque ello puede variar según las condiciones de invernadero, densidad de siembra y variedad utilizada. En este caso, el mejor rendimiento con un solo tallo podría atribuirse a una mayor eficiencia en la utilización de recursos por planta, y a una menor competencia interna por nutrientes.

VI. CONCLUSIONES

1. Con base en los resultados obtenidos, el tratamiento T1 (una poda a un solo tallo) presentó el mayor rendimiento, con 2.47 kg/m², superando significativamente a los tratamientos con mayor número de tallos. Esto evidencia que la reducción del número de tallos disminuye la competencia interna por luz, nutrientes y fotoasimilados, favoreciendo una mayor acumulación de biomasa hacia los frutos.
2. El tratamiento T1 destacó en la mayoría de las variables de calidad evaluadas, alcanzando la mayor longitud del fruto (6.43 cm) y el diámetro más alto (7.35 cm). Estos resultados indican que la poda a un solo tallo permite una mejor distribución de nutrientes a los frutos, promoviendo su crecimiento y desarrollo. En cuanto a los sólidos solubles, los valores se mantuvieron similares entre tratamientos (T1: 4.56 °Brix y T4: 5.07 °Brix), lo que sugiere que el número de tallos no afectó de manera significativa la concentración de azúcares, aunque sí influyó en el tamaño y estructura de los frutos. En general, T1 mostró una calidad de frutos superior respecto a los demás tratamientos.
3. Para el número de frutos por planta, el tratamiento T1 nuevamente registró el valor más alto, con 14.2 frutos por planta, mientras que los demás tratamientos oscilaron entre 11.3 y 13.5 frutos. Esto confirma que la poda a un solo tallo optimiza la distribución de energía hacia la floración y cuajado de frutos, en comparación con la conducción a dos, tres o cuatro tallos, donde la competencia interna reduce ligeramente el número final de frutos.
4. a variedad Toretto F1 mostró una respuesta más favorable bajo el manejo de un solo tallo, demostrando ser un híbrido que potencia el tamaño de los frutos y el rendimiento unitario cuando se reduce la competencia entre tallos. Esto indica que este material genético se adapta mejor a sistemas de poda intensiva, favoreciendo al crecimiento.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda mantener un solo tallo para optimizar la distribución de nutrientes y energía hacia los frutos, favoreciendo un mayor tamaño y rendimiento. La poda debe enfocarse en eliminar todos los brotes axilares y hojas innecesarias para asegurar un crecimiento equilibrado y evitar competencia entre órganos vegetativos y reproductivos.
2. En plantas conducidas a 2, 3 o 4 tallos, reforzar el deschuponado frecuente y podas selectivas de hojas senescentes para controlar la excesiva ramificación. Esto permite mantener un crecimiento equilibrado, mejorar la aireación, prevenir enfermedades y minimizar la disminución del tamaño de los frutos causada por la competencia entre tallos y brotes secundarios.
3. Realizar podas estructurales antes del inicio de las cosechas y después de cada cosecha principal, eliminando brotes no deseados hasta la altura del último racimo productivo. Además, mantener podas ligeras de deschuponado cada 4–5 días para dirigir los nutrientes hacia los frutos en desarrollo.
4. Se sugiere evaluar diferentes combinaciones de número de tallos, niveles de fertilización y densidades de plantación en distintas variedades de tomate, para determinar estrategias de poda y manejo que permitan incrementar el rendimiento sin comprometer la calidad de los frutos.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Araya, R. (2018). Obtenido de <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/0ce2d106-a51e-48ef-b9fe-1739d6535afb/content>
- Arteaga-Barrueta, M. (19 de marzo de 2020). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1932/193264539006/html/>
- Cabello, J. R. (2020). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/1932/193264539006/html/>
- Caliman, F. (2020). Efecto del número de tallos sobre el rendimiento y calidad del tomate bajo invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 427–437.
- Cantwell, M. (2004). Fresh Market Tomato. Statewide Uniform Variety Trial Report Field and Postharvest Evaluations. University of. South San Joaquin Valley, USA. : 33p.
- Carmona, E. D. (2000). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=235621>
- Castillo, J. (2020). Efecto del número de tallos en el rendimiento y calidad del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 55–63.
- cepeda Siller, m. (2024). Obtenido de https://catalogobiblioteca.puce.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=267757&shelfbrowse_itemnumber=381483
- Chamarro, J. (2018). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=298619>
- Díaz, J. (2016). Efecto de campos magnéticos en la germinación de semillas de arroz (*Orza sativa* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652008000200002&lng=en&tlng=pt.
- Escobar, H. (2013). Obtenido de <https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-3994997-ee1b4dde93.pdf>
- Gómez, A. P. (2019). Efecto del número de tallos en el tamaño del fruto de tomate bajo invernadero. *revista de Horticultura Tropical*, 55(2), 123-130.
- Gómez, R. H. (2019). influencia del manejo de tallos en el crecimiento y desarrollo del tomate en condiciones protegidas. *Agro ciencia*. 487–496.
- gestionar. (2020). Obtenido de <https://acea.com.mx/articulos-tecnicos/112-cultivo-en-sustratos-xxv>

- Hurtado, E. (2016). Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292016000500010
- Jones, L. (2017). Obtenido de <https://www.scrip.org/reference/referencespapers?referenceid=3524985>
- López Marín, L. M. (2016). Obtenido de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
- López-Ferrer. (2017). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/939/93950595003.pdf>
- Martínez, F. E. (2 de junio de 2016). Obtenido de http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652009000200005
- Martínez, J. (2019). Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/2cb4d1da-39fb-479b-82f6-5ba78a746b43/content>
- Mendoza Pérez, C. (2018). efecto de número de tallos en la producción y calidad de jitomate. revista mexicana de ciencias agrícolas, 355-364.
- Mendoza, P. (2018). Efecto de numero de tallos en la producción y calidad de tomate. Recuperado el 11 de noviembre de 2025
- Moreno, A. D. (2020). Efecto del manejo de tallos en el tamaño y forma del fruto de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Revista Colombiana de Horticultura, 34–42.
- Moreno, D. L. (2019). Factores genéticos y ambientales que afectan los sólidos solubles en tomate (°Brix). Revista Agronómica, 77-84.
- Muñoz, R. (2011). Obtenido de https://www.academia.edu/7342985/Ramos_C_Secue_Ana_Mu%C3%B1oz_Fa_bio_2011_Ciclos_naturales_ciclos_culturales_percepci%C3%B3n_y_conocimientos_frente_al_cambio_clim%C3%A1tico_en_Torib%C3%ADo_Cauca
- muñoz, ramos, L. (febrero de 2014). Obtenido de <http://200.23.113.51/pdf/28456.pdf>
- Peil, G. (2020). Fisiología y manejo del tomate en invernadero. Agro ciencia, 179–188.
- Pinzón, H. (2011). Obtenido de https://www.academia.edu/115607280/An%C3%A1lisis_de_crecimiento_de_cuatro_materiales_de_lechuga_Lactuca_sativa_
- Ramírez Ayala, C. (2018). número de tallos en la producción y calidad de jitomate. Mexicana de Ciencias Agrícolas, 355-364.
- Rodríguez, J. (2021). Obtenido de https://www.academia.edu/127325331/Efecto_del_n%C3%BAmero_de_tallos_planta_sobre_los_rendimientos_y_la_calidad_del_tomate_de_mesa_en_ambiente_protegido_en_Constanza_Republica_Dominicana

- Rodríguez, J. (2021). Efecto del número de tallos/planta sobre los rendimientos y la calidad del tomate. *Revista agropecuaria y forestal*, 26-36.
- Sánchez, L. (2021). actores que influyen en los sólidos solubles del fruto de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo riego controlado. *Agronomía Mesoamericana*, 25-33.
- Tanaka, A. (2016). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/254318826_Nutritional_physiological_studies_on_the_tomato_plant_III_Photosynthetic_rate_on_individual_leaves_in_relation_to_dry_matter_production_of_plants
- Vargas, J. (2028). conducción y número de tallos en el rendimiento de tomate bajo condiciones de invernadero. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 273-281.
- Vargas, J. R. (2018). Número de tallos, sitio floral y producción de frutos en tomate en invernadero. *Revista de Producción Vegetal*, 201-209.
- Villar Mondragón, M. (2018). USDA. Obtenido de <https://www.ueg.sag.gob.hn/wp-content/uploads/2022/01/AC-TOMATE-V18.2.pdf>
- Villegas Cota, R. (2011). Obtenido de <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/27-4/5a.pdf>
- Viñals, F. N. (2017). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6483580>
- Zambrano, A. P. (julio de 2009). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/390283493_Cultivo_de_tomate_bajo_cubierta_alternativas_de_gestion_orientadas_a_la_sostenibilidad_Somos_Agricultura_Tropical_-_SAT

IX. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de longitud de frutos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMIENT	3	2.077450	0.692483	5.054	*
erro	12	1.644350	0.137029		
Total corregido	15	3.721800			

R- cuadrado (0.55), C. de var. (6.25) y la media gen. (5.92)

*: significativo

Anexo 2. Prueba de comparación de medias, para la variable de longitud de frutos

Tratamientos	Médias	Resultados do teste
3	5.502500	a1
4	5.677500	a1 a2
2	6.065000	a1 a2
1	6.435000	a2

Anexo 3. Análisis de varianza del diámetro de frutos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMIENT	3	6.092569	2.030856	4.178	*
erro	12	5.833425	0.486119		
Total corregido	15	11.925994			

R- cuadrado (0.51), C. de var. (10.87) y la media gen. (6.41)

*: significativo

Anexo 4. Prueba de comparación de medias, para la variable de diámetro de frutos

Tratamientos	Médias	Resultados do teste
3	5.787500	a1
4	5.942500	a1 a2
2	6.580000	a1 a2
1	7.352500	a2

Anexo 5. Análisis de varianza de solidos Soluble °Brix

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMIENT	3	0.612000	0.204000	1.388	0.2938
erro	12	1.763200	0.146933		
Total corregido	15	2.375200			

R- cuadrado (0.25), C. de var. (7.90) y la media gen. (4.85)

Ns: no significativo

Anexo 6. Prueba de comparación de medias, para la variable de solidos Soluble °Brix

Tratamientos	Médias	Resultados do teste
1	4.560000	a1
2	4.790000	a1
4	4.980000	a1
3	5.070000	a1

Anexo 7. Análisis de varianza del Rendimiento en (kg/m²)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMIENT	3	2.723469	0.907823	13.604	0.0004
erro	12	0.800775	0.066731		
Total corregido	15	3.524244			

R- cuadrado (0.77), C. de var. (14.29) y la media gen. (1.80)

** : altamente significativo

Anexo 8. Prueba de comparación de medias, para la variable del Rendimiento en (kg/m²)

Tratamientos	Médias	Resultados do teste
4	1.345000	a1
3	1.685000	a1
2	1.727500	a1
1	2.475000	a2

Anexo 9. Análisis de varianza de numero de frutos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRATAMIENT	3	6.250000	2.083333	0.256	0.8554
erro	12	97.500000	8.125000		
Total corregido	15	103.750000			

R- cuadrado (0.06), C. de var. (21.31) y la media gen. (13.3)

Ns: no significativo

Anexo 10. Prueba de comparación de medias, para la variable número de frutos

Tratamientos	Médias	Resultados do teste
2	12.500000	a1
3	13.250000	a1
4	13.500000	a1
1	14.250000	a1

Anexo 11. Plan de fertilización aplicado durante el ensayo.

"Sin Fertilización Base Para un Rendimiento Mínimo de 2,500.00 Gaveta por Manzana"									
Productor	Sección de Hortalizas			Parcela			1		
Zona	Catacamas			Técnico			Gracia Matute		
Área Mz.	0.06			Fecha:			9-Jul-25		
Área Ha.	0.04			Fecha de Cosecha:			2-Oct-25		

Calendario de Fertilización para Goteo 3 Veces Por Semana

Semana	DD	FECHA	Selecione su opción	Preventivo		Urea		MAP 12-61-0		Kcl Soluble		Sulfato de Magnesio		Nitrato de Calcio		Sulfato		Malaza		Costo / Aplicación
				Deriv	Iniciada	Librar	Combinar	Librar	Combinar	Librar	Combinar	Librar	Combinar	Librar	Combinar	Gramos	Combinar	Ltr	Combinar	
1	1	10-Jul-25				0.1		0.1		0.2		0.1		0.2		18		1		8.10
	3	12-Jul-25				0.1		0.1		0.2		0.1		0.2		18				5.74
	5	14-Jul-25				0.1		0.1		0.3		0.1		0.3		27				8.62
2	8	17-Jul-25				0.1		0.1		0.2		0.1		0.2		18		1		8.10
	10	19-Jul-25				0.1		0.1		0.3		0.1		0.3		25				7.90
	12	21-Jul-25				0.2		0.2		0.5		0.2		0.5		48				15.08
3	15	24-Jul-25				0.1		0.1		0.3		0.2		0.4		32		1		12.41
	17	26-Jul-25				0.1		0.2		0.4		0.2		0.4		37				12.20
	19	28-Jul-25				0.2		0.3		0.7		0.3		0.8		64				21.53
4	22	31-Jul-25				0.2		0.2		0.5		0.2		0.5		43		1		16.70
	24	2-Ago-25				0.2		0.2		0.5		0.2		0.5		43				14.35
	26	4-Ago-25				0.2		0.3		0.7		0.3		0.8		64				21.53
5	29	7-Ago-25				0.2		0.2		0.5		0.2		0.5		43		1		16.70
	31	9-Ago-25				0.2		0.2		0.5		0.2		0.5		43				14.35
	33	11-Ago-25				0.4		0.5		12		0.5		12		90				34.40
6	36	14-Ago-25				0.2		0.3		0.8		0.3		0.8		60		1		25.29
	38	16-Ago-25				0.2		0.3		0.8		0.3		0.8		60				22.93
	40	18-Ago-25				0.4		0.5		12		0.5		12		90				34.40
7	43	21-Ago-25				0.2		0.3		0.8		0.3		0.8		60		1		25.29
	45	23-Ago-25				0.2		0.3		0.8		0.3		0.8		60				22.93
	47	25-Ago-25				0.5		0.6		17		0.8		18		112				48.66
8	50	28-Ago-25				0.3		0.4		13		0.6		14		82		1		39.54
	52	30-Ago-25				0.3		0.4		13		0.6		14		82				37.19
	54	1-Sep-25				0.5		0.6		20		0.9		21		122				55.78
9	57	4-Sep-25				0.3		0.4		13		0.6		14		82		1		39.54
	59	6-Sep-25				0.3		0.4		13		0.6		14		82				37.19
	61	8-Sep-25				0.5		0.6		20		0.9		21		133				55.83
10	64	11-Sep-25				0.3		0.4		13		0.6		14		103		1		39.63
	66	13-Sep-25				0.3		0.4		17		0.7		18		103				44.90
	68	15-Sep-25				0.5		0.5		25		11		26		154				67.35
11	71	18-Sep-25				0.3		0.4		17		0.7		18		103		1		47.25
	73	20-Sep-25				0.3		0.4		17		0.7		18		103				44.90
	75	22-Sep-25				0.5		0.5		25		11		26		154				67.35
12	78	25-Sep-25				0.3		0.4		17		0.7		18		103		1		47.25
	80	27-Sep-25				0.3		0.4		17		0.7		18		114				45.22
	82	29-Sep-25				0.4		0.6		25		11		26		186				68.31
13	85	2-Oct-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124		1		47.89
	87	4-Oct-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124				45.54
	89	6-Oct-25				0.4		0.6		25		11		26		186				68.31
14	92	9-Oct-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124		1		47.89
	94	11-Oct-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124				45.54
	96	13-Oct-25				0.4		0.6		25		11		26		186				68.31
15	99	16-Oct-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124		1		47.89
	101	18-Oct-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124				45.54
	103	20-Oct-25				0.4		0.6		25		11		26		186				68.31
16	106	23-Oct-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124		1		47.89
	108	25-Oct-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124				45.54
	110	27-Oct-25				0.4		0.6		25		11		26		186				68.31
17	113	30-Oct-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124		1		47.89
	115	1-Nov-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124				45.54
	117	3-Nov-25				0.4		0.6		25		11		26		186				68.31
18	120	6-Nov-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124		1		47.89
	122	8-Nov-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124				45.54
	124	10-Nov-25				0.4		0.6		25		11		26		186				68.31
19	127	13-Nov-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124		1		47.89
	129	15-Nov-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124				45.54
	131	17-Nov-25				0.4		0.6		25		11		26		186				68.31
20	134	20-Nov-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124		1		47.89
20	134	20-Nov-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124		1		47.89
	136	22-Nov-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124				45.54
	138	24-Nov-25				0.4		0.6		25		11		26		186				68.31
21	141	27-Nov-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124		1		47.89
	143	29-Nov-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124				45.54
	145	1-Dic-25				0.4		0.6		25		11		26		186				68.31
22	148	4-Dic-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124		1		47.89
	150	6-Dic-25				0.3		0.4		17		0.7		18		124				45.54
	152	8-Dic-25				0.4		0.6		25		11		26		186				68.31
Total						19		27		97		44		103		710		18		2,752

OJO cualquier cultivo que no se termine la cosecha en el ultimo día del calendario solo seguir repitiendo la ultima aplicación de fertilizante.

Producto	Lbs/Ha	Costo por qq
Urea	463	650.00
MAP 12-61-0	644	836.00
Kcl Soluble	2,312	760.00
Sulfato de Magnesio	1,059	951.00
Nitrato de Calcio	2,447	1,000.00
Sulfato	16,314	0.04
Malaza	440	2.80

NOTA: El Nitrato de Calcio se debe de diluir en un barril aparte para inspektarse al sistema

Preparado y Autorizado Por
MSe Ricardo D. Lardizábal

Abreviaciones usadas
Mz.-Manzanas, Ha-Hectáreas, Lbs-Libras, Lts-Litros y DDT-Días después de Trasplante

Anexo 12. Elaboración del vivero



Anexo 13. trasplante de las plántulas de tomate



Anexo 14. Aplicación de fertilizante 18-46-0



Anexo 15. Manejo del tutorado en plantas de tomate.



Anexo 16. Ramificación de las plantas de tomate



Anexo 17. Polinización de forma mecánica



Anexo 18. deschuponando las plantas de tomate



Anexo 19. Recolección de datos del ensayo



Anexo 20. Productos fertilizantes utilizados durante el ensayo



Anexo 21. Croquis del área experimental.

Relleno	Relleno	T2R1 101	T3R3 204	T1R2 301	T4R2 404	Relleno	Relleno	Relleno
		T2R2 102	T3R4 203	T1R1 302	T4R1 403			
		T2R4 103	T3R2 202	T1R4 303	T4R4 402			
		T2R3 104	T3R1 201	T1R3 304	T4R3 401			
		Relleno	Relleno	Relleno	Relleno			

Anexo 21. Bitácora de actividades durante el desarrollo del experimento.

FECHA	ACTIVIDAD
03/06/25	Siembra semillero
09/07/25	Elaboración del Araizador antes del trasplante y trasplante de las plantas de tomate al invernadero
14/07/25	Fertilización con 18-46-0
16/07/25	Se aplico un insecticida sistemático ACTARA, también se aplicó un herbicida BOA 20 sl
17/07/25	Aplicación prevaler 84 sl para mal de talluelo, se aplicó Rootex fertilizantes a través del riego
18/07/25	Se desmalezo de manual
19/07/25	Fertilización
20-23/ 07/25	Se realizo tutorado y se aplicó cal para evitar la marchitez de la planta
22/07/25	Se aplico ACTARA para mosca blanca
23/07/25	Se aplico un bactericida
28/07/25	Fertilización y desmalezar, se aplicó salvijo para nematodo
31/07/25	Fertilización
01/08/25	Se desmalezo
03/08/25	Fertilización y se aplicó fungicida a treves del riego
04/08/25	Se ramifico las plantas de tomate
05/08/25	Se rotulo los ensayos los ensayos
06/08/25	Fertilización
11/08/25	Fertilización y se realizó poda
13/08/25	Se comenzó la primea polinización y se deschupono

15/08/25	Fertilización y se aplicó AMISTAR 50 wg
19/08/25	Se aplico calcio
20/08/25	Se aplico azufre para acaro
21/08/25	Se aplico biosime para crecimiento
22/08/25	Se realizo la poda de hojas cuando tenían 30 cm, se aplicó PEGASUS para acaro y mosca blanca
26/08/25	Fertilización
28/08/25	Fumigación
30/08/25	Aplicación multimineral
31/08/25	Aplicación de calcio boro
04/09/25	Fertilización, se aplicó newmectin acaro
7/09/25	Se aplico verlaq y se fertilizo
09/09/25	Se aplico multimineral
11/09/25	Se fertilización
16/09/25	Se comenzó la toma de datos del ensayo
19/09/25	Se comenzó la toma de datos del ensayo
20/09/25	Se comenzó la toma de datos del ensayo
25/09/25	Fertilización
07/10/25	Se comenzó la toma de datos del ensayo
13/10/25	Se comenzó la toma de datos del ensayo
16/10/25	Se comenzó la toma de datos del ensayo
20/10/25	Se comenzó la toma de datos del ensayo