



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE CUATRO HÍBRIDOS DE
TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) DE LA EMPRESA
YUKSEL SEEDS. DE TURQUÍA EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL TODO AGRO-RIOBAMBA.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

JONATHAN BRYAN CHISAGUANO CHISAGUANO

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE CUATRO HÍBRIDOS DE
TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) DE LA EMPRESA
YUKSEL SEEDS. DE TURQUÍA EN EL CENTRO
EXPERIMENTAL TODO AGRO-RIOBAMBA.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: JONATHAN BRYAN CHISAGUANO CHISAGUANO

DIRECTOR: ING. ROMAN ROBALINO DANILO ARTURO MSc.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Jonathan Bryan Chisaguano Chisaguano

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jonathan Bryan Chisaguano Chisaguano, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 03 de Junio de 2024



Jonathan Bryan Chisaguano Chisaguano

0503708752

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE CUATRO HÍBRIDOS DE TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum* L.) DE LA EMPRESA YUKSEL SEEDS. DE TURQUÍA EN EL CENTRO EXPERIMENTAL TODO AGRO-RIOBAMBA**, realizado por el señor: **JONATHAN BRYAN CHISAGUANO CHISAGUANO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Víctor Alberto Lindao Córdova PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-06-03
Ing. Daniel Arturo Roman Robalino MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-06-03
Ing. Cristian Santiago Tapia Ramírez, MSc ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-06-03

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi Dios Todopoderoso quien me guió por diferentes caminos para poder formarme como ser humano y profesional. A mi familia, que me ha brindado tanto amor y paciencia. Para mis padres con todo mi amor por que han apoyado, aconsejado, comprendido y amado, en los momentos más difíciles de mi vida y por qué siempre han estado demostrando su amor con sus hijos desde antes del amanecer hasta después de ocultarse el sol, que nuestro Dios bendiga toda generación de José y Dolores Chisaguano hasta el fin de los tiempos. A mi hermana que ha sido un pilar fundamental en mi vida con sus oraciones y con su amor de perdonar mis errores. A mis dos hermanos menores y mi sobrina que al llegar a casa me reciben con un abrazo y encuentro una atmosfera de cariño en ellos. Gracias también a mis queridos compañeros, que me apoyaron y me permitieron entrar en sus vidas que demás de eso me acompañaron en los altos y bajos de la carrea, pero siempre con una sonrisa al final del día. Y como principal a mi querida y hermosa novia que siempre me ha estado animando, y acompañándome día tras día, desde que la conocí me ha ayudado a ser una mejor persona en la sociedad, que Dios siempre me la esté bendiciendo con mucha salud y sabiduría.

Jonathan

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias a la vida porque cada día me sorprende con nuevas oportunidades en los momentos justos, gracias a las empresas que me acogieron y me compartieron de sus conocimientos en mi ámbito profesional, a los amigos que en momentos de diversión conversábamos de proyectos y mi novia por su gran amor incondicional. No ha sido fácil el camino, pero gracias a todos sus aportes, amor y su inmensa bondad hago presente mi gran afecto hacia ustedes mi hermosa familia.

Jonathan

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1	Planteamiento del problema.....	3
1.2	Objetivos	3
1.2.1	<i>Objetivo General</i>	3
1.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	3
1.3	Hipótesis.....	3
1.3.1	<i>Nula</i>	3
1.3.2	<i>Alternativa</i>	4
1.4	Operacionalización de las variables.....	4
1.4.1	<i>Variable Dependiente</i>	4
1.4.2	<i>Variable Independiente</i>	4

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	5
2.1	Cultivo de Tomate.....	5
2.1.1	<i>Generalidades</i>	5
2.2	Clasificación Taxonómica.....	6

2.3	Fenología del cultivo	7
2.3.1	<i>Etapa Inicial.....</i>	7
2.3.2	<i>Etapa Vegetativa</i>	7
2.3.3	<i>Etapa Reproductiva</i>	7
2.4	Características Botánicas	8
2.4.1	<i>Planta</i>	8
2.4.2	<i>Sistema Radicular.....</i>	9
2.4.3	<i>Tallo</i>	9
2.4.4	<i>Hojas</i>	9
2.4.5	<i>Flores.....</i>	9
2.4.6	<i>Fruto.....</i>	9
2.4.7	<i>Semilla.....</i>	10
2.5	Híbridos existentes en el mercado	10
2.5.1	<i>Híbridos en estudio.....</i>	13
2.6	Requerimientos edafoclimáticos	13
2.6.1	<i>Altitud.....</i>	14
2.6.2	<i>Riego.....</i>	14
2.6.3	<i>Clima</i>	14
2.6.4	<i>Suelo.....</i>	15
2.7	Tomate bajo invernadero	15
2.7.1	<i>Factores que tomar en cuenta luego de la construcción de un invernadero.....</i>	16
2.7.2	<i>Características del invernadero para cultivo de tomate</i>	18
2.7.3	<i>Claves para una buena productividad.....</i>	19
2.8	Plagas y enfermedades.....	19
2.8.1	<i>Principales Plagas</i>	20
2.8.2	<i>Enfermedades</i>	22
2.8.3	<i>Enfermedades fisiológicas.....</i>	22
2.8.4	<i>Enfermedades fungosas.....</i>	23
2.8.5	<i>Enfermedades bacterianas</i>	24

2.8.6	<i>Enfermedades virales</i>	25
2.9	Requerimiento Nutricional	25
2.9.1	<i>Nutrientes principales</i>	25
2.9.2	<i>Micronutrientes</i>	26
2.10	Manejo del cultivo	26
2.10.1	<i>Semillero</i>	27
2.10.2	<i>Preparación del terreno</i>	27
2.10.3	<i>Trasplante</i>	27
2.10.4	<i>Riego</i>	27
2.10.5	<i>Podas</i>	28
2.10.6	<i>Aporque</i>	29
2.10.7	<i>Tutorado</i>	29
2.10.8	<i>Control de malezas</i>	29
2.10.9	<i>Categorías del tomate</i>	29
2.11	Rendimiento	29
2.11.1	<i>Cultivo de Tomate en Ecuador</i>	29

CAPÍTULO III

3.	Marco metodológico	33
3.1	Características del lugar	33
3.1.1	<i>Localización</i>	33
3.1.2	<i>Ubicación geográfica</i>	33
3.1.3	<i>Características climatológicas</i>	33
3.2	Materiales y equipos	33
3.2.1	<i>Materiales de campo</i>	33
3.2.2	<i>Equipos de campo</i>	34
3.2.3	<i>Fertilizantes edáficos</i>	34
3.2.4	<i>Fertilizantes foliares</i>	34

3.2.5	<i>Activos de insecticidas aplicados</i>	34
3.2.6	<i>Nombres activos de fungicidas aplicados</i>	35
3.3	Factores de estudio	35
3.3.1	<i>Híbrido de tomate riñón</i>	35
3.3.2	<i>Diseño experimental</i>	35
3.3.3	<i>Análisis funcional</i>	35
3.3.4	<i>Análisis Funcional</i>	36
3.3.5	<i>Tratamientos</i>	36
3.3.6	<i>Características de la Unidad Experimental</i>	36
3.3.7	<i>Esquema de campo</i>	37
3.4	Toma de datos	37
3.4.1	<i>Cálculo del porcentaje de prendimiento</i>	37
3.4.2	<i>Altura del primer racimo floral</i>	37
3.4.3	<i>Diámetro del tallo</i>	37
3.4.4	<i>Número de flores por planta</i>	38
3.4.5	<i>Distancia entre racimos</i>	38
3.4.6	<i>Días a la cosecha</i>	38
3.4.7	<i>Número de frutos por planta</i>	38
3.4.8	<i>Rendimiento</i>	38
3.4.9	<i>Análisis económico (AE)</i>	38
3.5	Manejo de la investigación	39
3.5.1	<i>Inicio</i>	39
3.5.2	<i>Preparación del suelo</i>	39
3.5.3	<i>Elaboración de las camas</i>	39
3.5.4	<i>Fertilización de arranque</i>	39
3.5.5	<i>Riego</i>	39
3.5.6	<i>Trasplante</i>	40
3.5.7	<i>Controles fitosanitarios</i>	40
3.5.7.1	<i>Plagas</i>	40

3.5.7.2	<i>Enfermedades</i>	40
3.5.8	<i>Fertilización</i>	40
3.5.9	<i>Podas</i>	41
3.5.9.1	<i>Poda de chupones o brotes axilares</i>	41
3.5.9.2	<i>Poda de hojas:</i>	41
3.5.9.3	<i>Poda de flores y frutos:</i>	41
3.5.9.4	<i>Poda apical o despunte:</i>	41
3.5.10	<i>Tutorado</i>	41
3.5.11	<i>Cosecha</i>	41

CAPÍTULO IV

4.	Análisis y discusión de resultados	43
4.1	Análisis de resultados	43
4.1.1	<i>Prendimiento (%)</i>	43
4.1.2	<i>Altura del primer racimo</i>	44
4.1.3	<i>Diámetro del tallo</i>	45
4.1.4	<i>Número de flores por planta</i>	46
4.1.5	<i>Distancia entre racimo</i>	47
4.1.6	<i>Días a la primera cosecha</i>	48
4.1.7	<i>Número de frutos por planta</i>	49
4.1.8	<i>Rendimiento por Hectárea (kg/ha)</i>	50
4.1.9	<i>Rendimiento en Primera Categoría kg/ha</i>	51
4.1.10	<i>Rendimiento en Segunda Categoría kg/ha</i>	52
4.1.11	<i>Rendimiento en Tercera Categoría kg/ha</i>	53
4.1.12	<i>Rendimiento en Cuarta Categoría kg/ha</i>	54
4.1.13	<i>Rendimiento por planta g/planta</i>	55
4.1.14	<i>Análisis Económico</i>	56
4.2	Discusiones	56

4.2.1	<i>Adaptabilidad y comportamiento agronómico</i>	56
4.2.2	<i>Rendimiento</i>	57
4.2.3	<i>Análisis Económico</i>	58
4.3	Conclusiones y recomendaciones	58
4.3.1	<i>Conclusiones</i>	58
4.3.2	<i>Recomendaciones</i>	59

BIBLIGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Clasificación Taxonómica del tomate.....	6
Tabla 2-2:	Clasificación y características agronómicas de híbridos.....	11
Tabla 2-3:	Características agronómicas de los nuevos híbridos estudiados	13
Tabla 2-4:	Descripción de parámetros.....	16
Tabla 2-5:	Registro de producción por región y provincia.....	30
Tabla 3-1:	Análisis de varianza DCA.....	35
Tabla 3-2:	Descripción de la combinación de los tratamientos.....	36
Tabla 3-3:	Descripción de la unidad experimental.....	36
Tabla 3-4:	Categorización de los frutos cosechados	38
Tabla 4-1:	ANOVA del porcentaje de prendimiento.....	43
Tabla 4-2:	ANOVA de la altura a los primeros racimos	44
Tabla 4-3:	ANOVA de varianza para el diámetro del tallo	45
Tabla 4-4:	ANOVA del número de flores por planta	46
Tabla 4-5:	ANOVA para la distancia entre racimo	47
Tabla 4-6:	ANOVA para los días a la primera cosecha	48
Tabla 4-7:	ANOVA para el número de frutos por planta	49
Tabla 4-8:	ANOVA para el Rendimiento en kg/ha	50
Tabla 4-9:	ANOVA del Rendimiento en Primera Categoría kg/ha.....	51
Tabla 4-10:	ANOVA del Rendimiento en Segunda Categoría en kg/ha	52
Tabla 4-11:	ANOVA del Rendimiento en Tercera Categoría en kg/ha.....	53
Tabla 4-12:	ANOVA del Rendimiento en Cuarta Categoría en kg/ha	54
Tabla 4-13:	ANOVA del Rendimiento por planta.....	55
Tabla 4-14:	Análisis Económico de los tratamientos	56

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 3-1:	Esquema de campo.....	37
Ilustración 4-1:	Porcentaje de prendimiento.....	44
Ilustración 4-2:	Altura del primer racimo.....	45
Ilustración 4-3:	Diámetro del tallo.....	46
Ilustración 4-4:	Número de flores por planta.	47
Ilustración 4-5:	Distancia entre racimo.....	48
Ilustración 4-6:	Días a la primera cosecha.....	49
Ilustración 4-7:	Número de frutos por planta	50
Ilustración 4-8:	Rendimiento en kg/ha	51
Ilustración 4-9:	Rendimiento en Primera Categoría kg/ha	52
Ilustración 4-10:	Rendimiento en Segunda Categoría kg/ha	53
Ilustración 4-11:	Rendimiento en Tercera Categoría kg/ha.....	54
Ilustración 4-12:	Rendimiento de Cuarta Categoría kg/ha	55
Ilustración 4-13:	Rendimiento por planta g/planta	56

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Prendimiento, Al tura del primer racimo y altura de la planta (30DDT)

ANEXO B :Número de flores por racimo, diámetro del tallo y número de Frutos por racimo

ANEXO C : Distancia entre racimo, días ala cosecha DDT, Diámetro de los frutos

ANEXO D : Rendimiento por categoría, Kg/ha y g/planta

ANEXO E :Costo de producción por hectárea del hibrido Diamante

ANEXO F : Costo de producción por hectárea del hibrido (H4)

ANEXO G : Costo de producción por hectárea del hibrido (H5)

ANEXO H : Costo de producción por hectárea del hibrido (H12)

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento de cuatro híbridos de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*) de la empresa Yuksel Seeds, procedente de Turquía, en el centro experimental Todo Agro-Riobamba. La metodología implementada consistió en un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (Híbrido DM, Híbrido H4, Híbrido H5, Híbrido H12) y tres repeticiones. Para identificar diferencias significativas entre los tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey al 5%. Se registraron los siguientes indicadores: porcentaje de prendimiento, altura del primer racimo, diámetro del tallo, número de flores por planta, distancia entre racimos, días hasta la cosecha, número de frutos por planta, rendimiento total y rendimiento por categoría. Los resultados mostraron que, en el comportamiento agronómico, el Híbrido DM conocido como Diamante se destacó con un porcentaje de prendimiento del 73.3%, una menor altura al primer racimo de 17.33 cm, un mayor diámetro del tallo de 31.19 mm, 11 flores. por racimo y precocidad en la cosecha con 101 días después del trasplante. En cuanto a rendimiento, el Híbrido DM fue el mejor, alcanzando 23 697 kg. ha-1 y generando un beneficio costo de 1.82. En conclusión, para obtener un rendimiento e ingreso económico óptimos, se recomienda cultivar el Híbrido DM Diamante debido a sus sobresalientes características agronómicas y rendimiento.

Palabras clave: <TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum L.*) >, <TOMATE HIBRIDO DIAMANTE >, <TOMATE HIBRIDO H4 >, <TOMATE HIBRIDO H5>, <TOMATE HIBRIDO H12 >

0807-DBRA-UPT-2024

21-06-2024



ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the yield of four kidney tomato (*Solanum lycopersicum L.*) hybrids from Yuksel Seeds, a company from Turkey, at the Todo Agro-Riobamba experimental center. The methodology implemented consisted of a completely randomized design with four treatments (Hybrid DM, Hybrid H4, Hybrid H5, Hybrid H12) and three replications. To identify significant differences among treatments, Tukey's test at 5% was used. The following indicators were recorded: percentage yield, height of the first bunch, stem diameter, number of flowers per plant, distance between bunches, days to harvest, number of fruits per plant, total yield and yield per category. The results showed that, in agronomic performance, the DM hybrid known as Diamante stood out with a 73.3% yield percentage, a lower height to first bunch of 17.33 cm, a greater stem diameter of 31.19 mm, 11 flowers per bunch and precocity at harvest with 101 days after transplanting. In terms of yield, the DM hybrid was the best, reaching 23 697 kg.ha-1 and generating a cost benefit of 1.82. In conclusion, to obtain optimum yield and economic income, it is recommended to grow DM Hybrid Diamante due to its outstanding agronomic characteristics and yield.

Key words: <RION TOMATO (*Solanum lycopersicum L.*) >, <HYBRID DIAMOND TOMATO >, <HYBRID DIAMOND TOMATO>, <HYBRID DIAMOND TOMATO>.

0807-DBRA-UPT-2024

21-06-2024



Leda Elsa A. Basantes A. Mgs.

C.C: 0603594409

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el tomate (*Solanum lycopersicum* L.), es considerado como una de las hortalizas con mayor importancia debido a su área de producción y su alta demanda en los mercados. Según datos de (Stadística, 2023), el cultivo de tomate fue la hortaliza más producida en el 2021, con aproximadamente 189,13 millones de toneladas métricas, en segundo y tercer lugar se encuentra el cultivo de cebolla y pepino.

En Ecuador, la producción de tomate a nivel nacional fue de 1 650 hectáreas, con una producción de 55277 toneladas, con un rendimiento de 33,51 Tn/ha, mientras que en la provincia de Chimborazo se cultivó 611 hectáreas con un rendimiento de 35,88 Tn/ha para el 2021, valor que disminuye cada periodo debido a las pérdidas ocasionadas por plagas y enfermedades, cuya la superficie perdida fue de 42 hectáreas a nivel nacional.(Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2022).

En la sierra ecuatoriana, el cultivo de tomate de mesa se destaca por su producción bajo invernadero, dada la necesidad de mantener una temperatura mínima de 18°C para un desarrollo y producción óptimo (Agro Bayer Ecuador, 2022).

Para mitigar las pérdidas causadas por plagas y enfermedades en el cultivo de tomate, es esencial emplear híbridos e híbridos resistentes a insectos y enfermedades. Estos híbridos e híbridos reducen la necesidad de utilizar productos químicos y promueven la obtención de productos de mayor calidad. Una solución efectiva ante estos desafíos es la adopción de nuevos híbridos, combinadas con un enfoque de manejo integrado más sostenible para abordar las principales amenazas fitosanitarias que afectan la producción de tomate. (FAO, 2013).

En este sentido, la empresa YUKSEL SEEDS de Turquía ha desarrollado un híbrido de híbridos de tomate riñón que prometen destacar en términos de rendimiento y calidad. Sin embargo, su adaptación y desempeño en diferentes ambientes y condiciones agronómicas requieren una evaluación.

El Centro Experimental Todo Agro-Riobamba, ubicado en la provincia de Chimborazo, considerada una región de gran importancia agrícola en Ecuador, se presenta como un entorno idóneo para llevar a cabo la evaluación de estos híbridos de tomate. La combinación de condiciones climáticas, suelos y prácticas agrícolas en este centro experimental permitió evaluar el comportamiento de estos nuevos híbridos para la producción comercial.

En este estudio, se evaluó el comportamiento agronómico y rendimiento de cuatro híbridos de tomate riñón de la empresa YUKSEL SEEDS en el Centro Experimental Todo Agro-Riobamba. Se analizaron diversos parámetros agronómicos, incluyendo el rendimiento por planta y rendimiento por hectárea. Los resultados de esta evaluación contribuyeron al conocimiento científico sobre el cultivo de tomate riñón y proporcionaron información importante para los agricultores y empresas interesadas en la producción y comercialización del tomate.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente, la provincia de Chimborazo cuenta con una gran cantidad de invernaderos activos para la producción de hortalizas, de los cuales se destaca la producción de tomate riñón, sin embargo, las variedades e híbridos comerciales no se adaptan de manera óptima y no satisfacen las necesidades de los agricultores generando un rendimiento de producción bajo. Para reducir las pérdidas económicas del agricultor se debe introducir nuevas tecnologías e identificar híbridos que puedan mejorar la productividad del cultivo y reducir los costos de producción.

Por tanto, es necesario comparar nuevos híbridos adaptadas a las condiciones agroecológicas del Centro Experimental TODO AGRO-RIOBAMBA y generar otras alternativas que generen mayor productividad y satisfagan las necesidades de agricultores.

1.2 Objetivos

1.2.1 *Objetivo General*

Evaluar el rendimiento de cuatro híbridos de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) de la empresa Yuksel Seeds. De Turquía en el centro experimental Todo Agro-Riobamba.

1.2.2 *Objetivos Específicos*

1. Evaluar la adaptabilidad de los cuatro híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)
2. Determinar el rendimiento productivo de los cuatro híbridos en estudio
3. Realizar el análisis económico.

1.3 Hipótesis

1.3.1 *Nula*

Los 4 híbridos cultivados de la empresa Yuksel Seeds de Turquía en el centro experimental Todo Agro en Riobamba, Chimborazo, no presentan diferencias en los rendimientos.

1.3.2 Alternativa

Al menos uno de los 4 híbridos cultivados de la empresa Yuksel Seeds de Turquía en el centro experimental Todo Agro en Riobamba, Chimborazo, presenta diferencias en los rendimientos obtenidos.

1.4 Operacionalización de las variables

1.4.1 Variable Dependiente

Rendimiento del tomate (kg/ha).

1.4.2 Variable Independiente

Híbridos de tomate (Diamante, H4, H5 y H12)

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Cultivo de Tomate

2.1.1 Generalidades

El tomate en su forma silvestre está presente en zonas andinas de Perú, Chile, Bolivia, Colombia y Ecuador. Según (González, 2013), en un estudio sobre la distribución geográfica del tomate silvestre (*Solanum Lycopersicon*), se determinó que estas especies se encuentran distribuidas al oeste de América del Sur, entre ellos, Colombia, Ecuador, Perú, Chile y Bolivia. Sin embargo, Perú presenta un área con mayor diversidad de especies, estas especies tienden a habitar en áreas de ambientes xerofíticos y valles interandinos.

El proceso de domesticación del tomate inició con la llegada de plantas silvestres desde Mesoamérica a México, donde se adaptaron y fueron domesticadas. La región de Perú y Ecuador alberga la parte del área cultivada de diferentes variedades de tomate. Sin embargo, se han creado nuevas variedades adaptadas a las necesidades locales y diversas condiciones ambientales. Este proceso comenzó en América, continuó en España e Italia, y se extendió al resto del mundo a partir del siglo XIX (Blanca & Cañizares, 2021).

Es por ello que, países como China, Estados Unidos, Turquía, Egipto, Italia, India, Irán, España, Brasil y México, se han convertido en los principales exportadores de este vegetal (Hazael, 2016).

El tomate, a nivel general es considerado como un alimento con bajas cantidades de calorías, aunque su contenido de carbohidratos, minerales, vitaminas, carotenoides y polifenoles varía según la variedad. Estos componentes no solo le otorgan un alto valor nutricional, sino también un potencial antioxidante (El Nagar & Mekawi, 2015) (Zamora, et al., 2019).

Por lo tanto, el tomate es considerado como un vegetal con un alto contenido de nutrientes que favorecen al organismo de quién lo consume. Además, es un alimento que puede ser consumido crudo o cocido, en ensaladas, purés, zumos, conservas y salsas, por lo cual tiene una gran demanda en el mercado (Fornaris, 2007).

Según una investigación realizada por Navarro y Periago (2016) se encontró que el consumo del tomate gracias a su alto contenido de licopeno que es el componente que le brinda su característico color rojo, puede ayudar en:

La supresión de la actividad de transcripción de estrógenos, que se ha asociado con la reducción del riesgo de cáncer, junto con una relación inversa entre los niveles de licopeno en la sangre y el índice de masa corporal (IMC), la defensa contra sarcopenia, propiedades antiinflamatorias, la salvaguardia de la piel frente a los efectos dañinos de la radiación solar, y la potencial disminución del riesgo de osteoporosis, son aspectos relevantes que se han observado.

El tomate se distingue por su contenido de vitaminas, incluyendo A, grupo B, K, C y E, las cuales proporcionan propiedades antioxidantes. Es importante destacar que la vitamina C presente en el tomate puede retardar el desarrollo de ciertas enfermedades degenerativas cardiovasculares, ciertos tipos de cáncer, cataratas, trastornos neurodegenerativos y asma. Además, puede fortalecer el sistema inmunológico y proteger el ADN contra mutaciones inducidas por el estrés oxidativo (Navarro y Periago, 2016).

2.2 Clasificación Taxonómica

El tomate comúnmente conocido como: tomate riñón, tomate de mesa o jitomate, taxonómicamente se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 2-1. Clasificación Taxonómica del tomate

Nombre científico	<i>Solanum Lycopersicum L.</i>
Reino	Plantae
Familia	Solanaceae
Género	Solanum
Especie	<i>Solanum lycopersicum L.</i>
Clase	Magnolipsida
Subclase	Asteridae
División	Magnoliophyta
Orden	Solanales
Sección	Petota

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

2.3 Fenología del cultivo

Al igual que otras plantas, el tomate sigue un ciclo de vida conocido como fenología, el cual consta de tres etapas principales: inicial, vegetativa y reproductiva. Estas fases se inician aproximadamente en el día 1 y pueden extenderse hasta el día 100, aunque la duración exacta depende de diversos factores como las condiciones climáticas y la disponibilidad de nutrientes durante el cultivo (DANE, 2014).

2.3.1 Etapa Inicial

Durante el proceso de germinación, que abarca desde el día 1 hasta el día 21, la semilla experimenta una serie de cambios significativos. Inicialmente, la semilla absorbe agua, lo que desencadena la activación de enzimas y procesos metabólicos que conducen a la ruptura de la cubierta protectora y al inicio de la elongación celular. Con el tiempo, la radícula emerge, seguida por el hipocótilo y la plúmula, que darán lugar a las raíces y al tallo, respectivamente. Durante este período, la planta desarrolla nuevos tejidos especializados para la absorción de agua y nutrientes del suelo, así como para la fotosíntesis, lo que sienta las bases para su crecimiento y desarrollo subsiguientes (FAO, 2013).

2.3.2 Etapa Vegetativa

Durante la segunda fase, la planta experimenta un aumento significativo en la demanda de nutrientes. Este período se caracteriza por el inicio del desarrollo del tallo, el brote de nuevas hojas y el crecimiento de ramas adicionales. La planta canaliza su energía hacia la expansión de su estructura vegetativa, lo que requiere una mayor cantidad de nutrientes para respaldar este crecimiento activo. Esta etapa culmina con el inicio de la floración, que generalmente ocurre entre los 50 y 55 días después del inicio del ciclo de crecimiento (EOS DATA ANALYTICS, 2022).

2.3.3 Etapa Reproductiva

Durante la etapa de fructificación, el crecimiento vegetativo se detiene y comienza la formación de frutos. En este período, la planta experimenta una mayor demanda de nutrientes en comparación con las fases anteriores, ya que los frutos en desarrollo absorben nutrientes para su crecimiento y maduración. Este proceso puede extenderse durante un período de 30 a 40 días, durante los cuales la planta se enfoca en la producción y desarrollo de frutos, asegurando así una adecuada nutrición para su maduración óptima (González, 2013).

Otra manera de identificar la fenología del cultivo de tomate es con la Escala extendida BBCH, que consiste en:

La escala BBCH, un sistema de codificación uniforme ampliamente utilizado para identificar las etapas fenológicas en plantas mono y dicotiledóneas, provee una guía estructurada para comprender el desarrollo de diferentes especies vegetales. En el contexto del tomate, este sistema establece una serie de etapas primarias que abarcan desde la germinación hasta la senescencia. Estas etapas incluyen el desarrollo del tallo principal y las hojas, la formación de brotes laterales, la aparición del órgano floral, la floración, la formación del fruto, la maduración de los frutos y las semillas, así como la senescencia o el deterioro estructural y funcional. Cada una de estas etapas primarias se subdivide en varios estadios secundarios, lo que permite una descripción más detallada y específica del progreso fenológico de la planta. Esta metodología estandarizada facilita la comunicación y el seguimiento preciso del desarrollo de las plantas, tanto en la investigación científica como en la práctica agrícola (BLOG AGRICULTURA, 2017).

2.4 Características Botánicas

El tomate, una planta dicotiledónea de cultivo anual, típicamente prospera en climas cálidos, aunque también puede adaptarse a climas templados. Sin embargo, su sensibilidad a las heladas es notable, lo que requiere que se cultive anualmente. La planta de tomate puede crecer en diferentes formas, ya sea rastrera, semierecta o erecta, lo que brinda flexibilidad en su cultivo y manejo según las necesidades específicas del agricultor y las condiciones del entorno (Vallejo, 1999, como se citó en Gamboa y Quezada, 2022, p. 20).

2.4.1 Planta

La altura del tomate puede variar ampliamente, desde menos de 20 pulgadas hasta 80 pulgadas o incluso más, dependiendo de varios factores, como el tipo de cultivo, las condiciones del suelo, el clima y las prácticas de cultivo empleadas, además esta variabilidad en la altura permite que el tomate se adapte a una amplia gama de entornos y sistemas de cultivo, lo que brinda flexibilidad a los agricultores para ajustar el crecimiento de la planta según sus necesidades y preferencias específicas (Fornaris, 2007).

2.4.2 Sistema Radicular

El tomate posee una raíz principal pivotante que alcanza unos 60 cm de profundidad, además de producir algunas raíces secundarias y ramificaciones que pueden generar una masa densa con considerable volumen. Aunque la raíz puede extenderse hasta 1,5 m de profundidad, se estima que alrededor del 75% de las raíces se concentran en los primeros 45 cm del suelo. (Guía del agricultor, 2020).

2.4.3 Tallo

Crece en forma recta en las primeras etapas de desarrollo de la planta, pero puede arquearse debido al peso, por lo cual puede necesitar de un tutor, sobre el tallo se forman las hojas, tallos secundarios y algunas flores (EOS DATA ANALYTICS, 2022).

2.4.4 Hojas

Se desarrollan de forma lateral sobre el tallo, visualmente están recubiertas de una fina velloso y se componen de glándulas secretoras aromáticas (Guía del agricultor, 2020).

2.4.5 Flores

Son hermafroditas es decir poseen estambres y pistilo, tienen un característico color amarillo y suelen agruparse en inflorescencias a modo de racimos “usualmente de dos a 12 flores perfectas (hermafroditas), pero algunos cultivares de frutas bien pequeñas pueden producir 30 flores o más” (Fornaris, 2007, p.3).

Las flores suelen medir alrededor de 3/2 de pulgada y generalmente están formadas por seis pétalos en forma de estrella y solo en algunos casos con cinco pétalos. (Fornaris, 2007, p.3)

2.4.6 Fruto

El tomate, considerado botánicamente como una baya, presenta una estructura compuesta por piel, pulpa, tejido placentario y semillas de diversos tamaños. Durante su desarrollo desde la formación hasta la maduración, la fruta experimenta cambios de color significativos. Según Fornaris (2007), la superficie de la fruta es inicialmente lisa o lobulada, adquiriendo un aspecto brillante al madurar. Además, en su etapa temprana, la fruta puede presentar una ligera velloso en su superficie, que desaparece a medida que avanza su desarrollo.

El color rojo característico se debe a la presencia del pigmento carotenoide licopeno, mientras que otras tonalidades como el amarillo son atribuidas a diferentes carotenoides. Este espectro de colores en los tomates ofrece una amplia diversidad estética y nutricional dentro de esta popular hortaliza (INTAGRI, 2016).

2.4.7 Semilla

Se encuentran dentro del fruto generalmente pueden existir alrededor de 100 a 300 semillas, Fornaris (2007) (p.4) explica que:

En el tomate fisiológicamente maduro, las semillas están envueltas por un material gelatinoso que típicamente llena las cavidades de la fruta. Cada tomate contiene numerosas semillas, las cuales son velludas, de forma achatada y ovalada, con un color que varía entre crema y marrón claro. Por lo general, las semillas tienen una longitud que oscila entre 1/16 y 1/8 de pulgada. Esta estructura de la semilla, junto con su entorno gelatinoso, constituye una parte esencial de la estructura interna del tomate maduro.

2.5 Híbridos existentes en el mercado

El tomate es una hortaliza que exhibe una vasta diversidad genética, con una multitud de variedades que difieren en aspecto, color y sabor. Esta diversidad ha sido impulsada por una demanda creciente, lo que ha conducido al aumento de su producción y comercialización (Torres, 2017).

Con el propósito de desarrollar frutos más resistentes tanto a plagas como al transporte, han surgido diversas clases de híbridos, resultado del cruce entre distintas especies. Según Andrango (2013, citado en Salguero, 2016), los híbridos se definen como descendientes de cruces entre especies, géneros e incluso, en casos excepcionales, familias distintas. Incluso, puede considerarse como híbrido aquel que proceda del cruce entre progenitores de subespecies o variedades distintas de una especie (p. 28-29).

Las especies cruzadas suelen exhibir mayor resistencia a las condiciones ambientales, mayor calidad y, en ocasiones, un tamaño y producción superiores a la especie original (Firman, 2009, citado en Salguero, 2016). Esta superioridad se debe al llamado "vigor híbrido", que se traduce en un crecimiento más rápido y una salud generalmente mejor que la de sus progenitores.

Sin embargo, es importante señalar que este proceso de hibridación resulta más efectivo en los híbridos de primera generación o F1, donde el producto obtenido es el resultado del cruce entre dos especies puras, conservando así las cualidades genéticas de las especies progenitoras. A medida que se continúa el proceso de hibridación con el producto resultante F1, las futuras generaciones pueden perder algunas de estas propiedades.

Dentro de este contexto, Zereim Gedera (2013, citado en Salguero, 2016) menciona algunos de los siguientes híbridos:

Tabla 2-2: Clasificación y características agronómicas de híbridos.

Nombre de los híbridos	Características agronómicas de híbrido
Tomate híbrido Cedral	Se trata de una planta de tomate con un vigor excepcional, que ofrece un alto rendimiento y es especialmente adecuada para ciclos de cultivo prolongados. Destaca por su firmeza y cierre de frutos, manteniendo un tamaño consistente a lo largo del ciclo. Los tomates tienen un peso que varía entre 250 y 300 gramos, con un diámetro de 90 a 95 milímetros. Su maduración es uniforme, presentando una forma y color intensos y atractivos.
Tomate Híbrido Strabo	Además, esta variedad de tomate muestra una notable resistencia a enfermedades e insectos que suelen afectar su desarrollo, lo que la convierte en una opción fiable para los productores. Puede ser cultivada tanto en campo abierto como bajo cubierta, lo que aumenta su versatilidad y su capacidad de adaptación a diferentes condiciones de cultivo. Es una planta de crecimiento indeterminado con vigor de medio a fuerte, el tamaño de los frutos es bastante grande y su peso promedio es de 260 g. Se cultiva en invernadero y tiene gran resistencia a las enfermedades que restringen su crecimiento y que causan daños a la raíz, fruto y hojas.
Tomate híbrido Fortuna	Tiene firmeza, buena forma y gran adaptabilidad a las zonas climáticas. Su crecimiento es indeterminado, vigorosa, y compacta, fecunda de 5 a 7 frutos por racimo. Se adapta a campo abierto y a invernadero. El fruto es globoso achatado, con excelente firmeza, rojo intenso, buen brillo, sin hombro verde y buen cierre pistilar y peduncular, pesa entre 200 a 220 g. en promedio y posee gran resistencia a enfermedades.
Tomate híbrido	Es de crecimiento indeterminado, con excelentes resultados en cultivo a cielo abierto y en ambientes protegidos, las plantas son compactas y de gran

Sheyla Victory	productividad, los frutos tienen color rojo intenso, grandes, firmes, con excelente conservación y alta resistencia a plagas y enfermedades, pesan en promedio 165 g.
Tomate híbrido Pietro	Es una planta vigorosa de crecimiento indeterminado, compacta de entrenudos cortos, racimos uniformes con 5 a 7 frutos que suelen ser grandes, firmes y semiredondos con un peso de 230 a 250 g. y de color rojo intenso.
Tomate híbrido Tosmar (1062)	Se adapta a invernaderos y cielo abierto, especialmente en clima templado, es de crecimiento indeterminado con producción concentrada, los frutos son de color rojo intenso, muy firmes y fáciles de transportar y comercializar.
Tomate híbrido Yellow Gazzi Ribbed	Es una planta indeterminada adaptable a campo abierto e invernadero. Su característica es que los frutos son de color amarillo, grandes y con pulpa de gran sabor.
Tomate híbrido Airton	Es un híbrido de largo ciclo, de crecimiento indeterminado, ideal para campo abierto o bajo cubierta. Los frutos son de color rojo intenso de forma redonda y levemente achatados, pesan alrededor de 220 a 250 g., y son resistentes a virus y enfermedades.
Tomate híbrido Atala	De crecimiento indeterminado con capacidad de adaptación. Sus frutos son alargados, grandes y uniformes y presenta tolerancia y resistencia a virus.
Tomate híbrido Kartier	Se adapta a invernadero y campo abierto, con buena resistencia a enfermedades, de excelente vigor y producción. Los frutos son ligeramente achatados de color rojo brillante y gran firmeza.
Tomate híbrido Syta	Es una planta compacta con buen vigor y buen cuaje en condiciones frías, posee resistencia alta e intermedia ante enfermedades, puede desarrollarse en campo abierto o bajo cubierta, los frutos tienen excelente firmeza y color. La principal característica de este híbrido es su buena duración en post cosecha.
Tomate híbrido Naty	Tiene larga vida y crecimiento indeterminado, destaca por su alta y rápida producción, es resistente ante plagas y enfermedades, es cultivable tanto en invernadero como fuera de él. Los frutos son firmes de color rojo uniforme y brillante, pesan entre 200 a 220 g.
Tomate híbrido Tamaris	Se adapta a invernadero y cielo abierto, es de crecimiento indeterminado, sus frutos son de color rojo intenso, de forma redonda achatada y pesan de 180 a 200 g., la planta tiene resistencia a plagas y enfermedades.

Fuente: (Zereim Gedera, 2013)

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

2.5.1 Híbridos en estudio

Aquí se muestran algunas características que se obtienen del ensayo de los 4 híbridos en estudio

Tabla 2-3: Características agronómicas de los nuevos híbridos estudiados

HÍBRIDOS EN ESTUDIOS				
HÍBRIDO	CÓDIGO	CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA	CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO	RESISTENCIA
H1	172-323 (Diamante)	Tomate indeterminado entrenudos vigoroso, verdosas, producción alto en	Color rojo brillante, en forma de globo, muy firme y duradero en la vida útil, pero de 220-300 g	HR: ToMV, Va, Vd, Fol 0-1, Fol, F1 A-E/IR: TYLC, TSWV
H4	152-324 (sin nombre)	Tomate indeterminado entrenudos vigoroso, productivo y temprano	suelto Ligeramente plano, de color rojo oscuro, muy firme, de 200-220 gr, larga vida útil	HR: ToMV, Va, Vd, Fol 0-1, Fol, F1 A-E/IR: TYLC, TSWV
H5	172-484 (sin nombre)	Tomate indeterminado, entrenudos planta vigorosa, tempranera, hoja verde oscuro, hoja de buena cobertura	suelto Redondo. Color rojo, firme, peso del fruto entre 220-240 gr altamente productivo	HR: ToMV, Va, Vd, Fol 0-1, Fol, F1 A-E/IR: TYLC, TSWV
H12	172-496 (sin nombre)	Tomate indeterminado, planta vigorosa, cosecha	Ligeramente plano, de color rojo, firme, de 260-280 gr	HR: ToMV, Va, Vd, Fol 0-1; IR: TYLC, TSWV, MA, Mi, Mj

Fuente: Todo Agro, 2024

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

2.6 Requerimientos edafoclimáticos

Para una producción sana y de calidad la planta de tomate requiere de condiciones climáticas variadas que le permitan su desarrollo óptimo.

2.6.1 Altitud

El tomate riñón es una variedad que puede ser cultivada en campo abierto desde el nivel del mar hasta los 1800 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.). Sin embargo, bajo condiciones de invernadero, esta variedad puede ser cultivada a altitudes más elevadas, hasta los 3200 metros sobre el nivel del mar. Esta amplia gama de altitudes donde puede ser cultivada muestra su capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas y altitudinales, lo que brinda flexibilidad a los agricultores que deseen cultivar esta variedad en diversas regiones geográficas. (Pérez et al., 2002, 2015)

2.6.2 Riego

La Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar proporciona una descripción detallada de los requerimientos hídricos a lo largo del ciclo de crecimiento del tomate. Se estima que una planta de tomate requiere aproximadamente 11,7 litros de agua en total, distribuidos de la siguiente manera: 150 a 200 cm³ durante la primera semana después del trasplante, 250 a 300 cm³ durante las semanas dos a cuatro, 400 a 500 cm³ durante las semanas cinco y seis, 600 a 800 cm³ durante las semanas siete a nueve, y 1000 a 1200 cm³ a partir de la semana diez en adelante. (Silva, 2015)

2.6.3 Clima

La temperatura es un factor crucial en la producción de tomate, ya que influye directamente en el desarrollo de los frutos. Según Burgos (2014, citado en Conlago, 2017), para un óptimo desarrollo del cultivo, las temperaturas diurnas deben oscilar entre 28-30°C, mientras que las nocturnas deben estar entre 15-18°C. Temperaturas por encima de 35°C o por debajo de 10°C durante la floración pueden ocasionar la caída de flores y limitar la formación de frutos. Además, Amaguaña (2009, citado en Conlago, 2017) destaca que la temperatura mensual ideal se sitúa entre 20 y 28°C, ya que temperaturas superiores a 28°C pueden retardar el desarrollo y provocar frutos amarillentos.

En cuanto a la humedad relativa (HR), Monardes (2009, citado en Cacoango, 2018) señala que para un desarrollo óptimo del tomate, la HR debe estar entre 60 y 80%. Un exceso de humedad facilita enfermedades fungosas, dificulta la fecundación y puede ocasionar agrietamiento del fruto, mientras que una baja HR dificulta la fijación del polen.

La radiación solar también desempeña un papel esencial en el cultivo del tomate, ya que se requieren al menos 6 horas de luz diaria para favorecer la floración y el crecimiento de la planta. Sin embargo, una intensidad de radiación excesiva puede provocar daños en los frutos, como partiduras y coloración irregular, mientras que la falta de luz puede afectar la fecundación (Torres, 2017, citado en Cacoango, 2018).

La ventilación adecuada es igualmente importante, ya que regula la temperatura y la humedad relativa. Según Cárdenas (2012, citado en Gamboa y Quezada, 2021), un buen control de la ventilación evita la aparición de plagas y enfermedades, aunque es importante evitar los fuertes vientos, que pueden dañar las plantas.

2.6.4 Suelo

Según Pérez et al. (2002) y Escalona et al. (2009, citados en Silva, 2015), los suelos más adecuados para el cultivo de tomate son aquellos que son profundos y tienen texturas que van desde franco a franco arcillosos. Estos suelos deben contener al menos un 3.5% de materia orgánica y deben ser permeables, sin impedimentos físicos en su perfil. Además, el pH del suelo debe estar en el rango de 5.5 a 6.8, y la conductividad eléctrica debe oscilar entre 0.7 y 2 ohmios. Las temperaturas ideales para el crecimiento del tomate se encuentran entre los 15 y 25°C.

Estas condiciones del suelo favorecen un óptimo establecimiento del cultivo después del trasplante y a lo largo de su ciclo de crecimiento, proporcionando un entorno propicio para el desarrollo saludable de las plantas y la producción adecuada de frutos. (p. 6 - 7)

2.7 Tomate bajo invernadero

Un invernadero, una estructura cerrada revestida con materiales plásticos transparentes en sus paredes y techo, proporciona un entorno controlado que imita las condiciones de microclima necesarias para el cultivo óptimo de plantas. Este ambiente artificial ofrece ventajas significativas, especialmente para cultivos de porte alto como el tomate, pepino, pimentón, melón y flores (Jaramillo et al., 2007).

Cultivar en invernaderos presenta numerosas ventajas. La protección contra factores climáticos extremos y el control de la temperatura, humedad, sombra y riego permiten obtener cosechas consistentes y de alta calidad durante todo el año, independientemente de la estación. Además, el entorno protegido dificulta la entrada de plagas y enfermedades, lo que reduce la necesidad de pesticidas y promueve cosechas más sanas. La producción en invernaderos también facilita la

experimentación con variedades mejoradas y mejora la calidad del producto final en términos de tamaño, firmeza, sabor y apariencia (Guía del agricultor, 2020).

En términos de suelo, el cultivo en invernaderos minimiza los efectos de la erosión y previene la pérdida de nutrientes debido a las lluvias y el viento. Esto permite un control más preciso de los cultivos, una utilización más eficiente del agua y los nutrientes, y una reducción en el costo de producción (Agro Bayer Ecuador, 2022).

La producción en invernaderos es crucial debido a la creación de un microclima interno que protege los cultivos de condiciones climáticas adversas y permite un control preciso de los factores ambientales. Sin embargo, se requiere una inversión inicial considerable en infraestructura y sistemas de riego, así como personal especializado para garantizar una producción efectiva y exitosa (Rodríguez, 2018).

Para lograr una producción óptima en invernaderos, es importante considerar varios parámetros después de su construcción, como lo señala Jaramillo et al. (2007). Estos parámetros incluyen el control continuo de las condiciones ambientales, el monitoreo de plagas y enfermedades, y la capacitación adecuada del personal involucrado en todas las etapas del cultivo. En resumen, el cultivo de tomate en invernaderos ofrece una opción rentable y eficaz para satisfacer la creciente demanda mundial de este alimento popular (Aragón, 2019).

2.7.1 Factores que tomar en cuenta luego de la construcción de un invernadero

Tabla 2-4: Descripción de parámetros

Parámetros que tomar en cuenta	Descripción de parámetros
Sanidad del terreno	Para la siembra de tomate el terreno debe estar en excelentes condiciones y, sobre todo, hay que evitar terrenos donde anteriormente se hayan cultivado pimentón, berenjena, ají o uchuva, porque sus plagas suelen ser las mismas que afectan al tomate. Así como, terrenos que hayan sido usados como basureros u otras actividades que contaminan el suelo.
Fertilidad del terreno	Analizar el suelo para evaluar las condiciones físicas y la composición química y microbiológica, para determinar si cuenta con las condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo.
Drenaje del terreno	Los suelos con niveles freáticos altos pueden limitar la producción de

	tomate porque facilitan la propagación de enfermedades.
Disponibilidad y calidad de agua de riego	El invernadero debe estar cerca a fuentes de agua que sean libres de contaminantes químicos y microbiológicos, y debe existir un tanque de reserva para emergencias o épocas de sequía.
Cercano a la vivienda del productor y con buenas vías de acceso	De esta manera el productor puede supervisar el cultivo constantemente y detectar a tiempo cualquier anomalía y con las vías de acceso adecuadas favorecer la entrada de insumos y el transporte de la producción.
Historial de la información climática en la zona	Es importante obtener información del comportamiento climático: temperatura máxima y mínima tanto diurnas como nocturnas, HR en la madrugada y tarde, velocidad y dirección del viento, niveles de radiación, cantidad de lluvias, presencia de heladas, granizo y fenómenos naturales.
Alejado de caminos y zonas polvorientas	La acumulación de polvo o residuos contaminantes puede afectar la calidad del plástico y la luminosidad dentro del invernadero, y con ello la productividad y la calidad del producto. Además, las partículas de polvo pueden maltratar las plantas y bloquear la transpiración al caer en las hojas
Ventilación adecuada	El invernadero debe ubicarse en zonas con suficiente ventilación para favorecer la remoción del aire húmedo o caliente en su interior, y así evitar la alta o baja HR que propicia el desarrollo de enfermedades, plagas, desórdenes fisiológicos y problemas de calidad y producción. Igualmente, es necesario ubicar barreras vivas para disminuir la velocidad del viento ya que las corrientes fuertes de aire desfavorecen el desarrollo del cultivo.
	Jasso, et al. (2012) indican que: La ventilación es un aspecto fundamental en la producción de cultivos protegidos, ya que facilita la entrada de aire fresco y elimina el aire caliente que se acumula dentro de la malla sombra, también ayuda a renovar los niveles de oxigenación por lo que es indispensable que la orientación de la malla sombra permita buena circulación del aire con el objeto de renovar el que se encuentra en el interior y bajar la humedad relativa para evitar problemas de enfermedades. (p. 6)
	Del mismo modo, se debe tener en cuenta que, para el cultivo en invernadero es de vital importancia la humedad relativa ya que, si

	<p>existe sequía en el invernadero la flor sufre deshidratación, causando inconvenientes en la fecundación. Asimismo, demasiada humedad puede provocar la no fecundación. (Bastida, 2012, como se citó en Conlago, 2017)</p>
Luminosidad	<p>Evitar construir invernaderos cerca de árboles altos, construcciones o montañas porque estos impiden la entrada de luz, ya que esta es un factor importante para el correcto desarrollo fisiológico de las plantas y en ocasiones la limitada iluminación en el invernadero, dificulta la creación de un microclima favorable para el óptimo desarrollo del cultivo. (AAIC, 2003)</p>
Pendiente del terreno	<p>Para el drenaje adecuado del terreno de preferencia se debe ubicar el invernadero en zonas de topografía plana y en caso de existir pendiente esta no debe superar el 20%.</p>
Orientación	<p>Para lograr la máxima penetración de la luz y minimizar el sombrero de las plantas a lo largo del día, es preferible construir el invernadero en sentido norte sur o de acuerdo a los ángulos de radiación</p>
Calidad de la estructura	<p>Es mejor construir con materiales duraderos como el acero galvanizado y en caso de usar madera o guadua, de preferencia deben ser sometidos a tratamientos de inmunización para alargar su vida útil. Además, un invernadero debe ser lo suficientemente fuerte para soportar los factores meteorológicos, su estructura debe ser de fácil mantenimiento, tener la dimensión adecuada para facilitar el manejo del cultivo y el control de las condiciones climáticas.</p>

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

2.7.2 Características del invernadero para cultivo de tomate

Para garantizar un diseño adecuado del invernadero, es imprescindible la intervención de un ingeniero certificado, asegurándose de que la estructura pueda soportar una carga vertical de 35 kg/m² y sea resistente y duradera en cuanto a los materiales de construcción. En caso de carecer de aberturas en el techo, se recomienda que la longitud esté entre 36 y 40 metros para permitir la aireación adecuada.

La altura mínima debe ser de 2,50 metros, y se debe mantener una distancia de al menos 6 metros entre invernaderos. Además, el diseño debe contemplar la resistencia a vientos de hasta 150 km/h, reforzando la estructura con tensores alrededor del invernadero. Se debe construir con una pendiente de 0,5 a 1,5% tanto lineal como lateral para facilitar el drenaje de las lluvias.

Finalmente, es esencial incluir una entrada accesible para la circulación de equipos de remoción y transporte de los frutos dentro del invernadero (Jaramillo, et al., 2007).

2.7.3 Claves para una buena productividad

Para asegurar el éxito del cultivo de tomate en invernadero, es esencial seguir una serie de prácticas agrícolas fundamentales. En primer lugar, se debe comenzar con la siembra de plántulas de excelente calidad, lo que sienta las bases para un crecimiento saludable desde el principio. Es crucial maximizar la fotosíntesis, ajustando las condiciones de luz, temperatura y humedad para favorecer el desarrollo óptimo de las plantas (CABI, 2020).

Además, mantener una fertilización adecuada y llevar a cabo una poda regular son pasos importantes para promover un crecimiento vigoroso y una producción abundante. Facilitar el consumo de agua mediante sistemas de riego eficientes y mantener el microclima adecuado alrededor de las hojas ayudará a evitar el estrés hídrico y térmico. Es esencial realizar análisis periódicos del suelo y del agua de riego para ajustar la fertilización de manera precisa y prevenir desequilibrios nutricionales. Además, mantener el invernadero limpio y libre de restos del cultivo anterior, así como controlar las malas hierbas, son prácticas clave para prevenir enfermedades y mantener un ambiente óptimo para el crecimiento de las plantas (CENTA, 2017).

Asimismo, utilizar variedades adaptadas a las condiciones locales y garantizar la densidad de siembra adecuada para una buena ventilación y luminosidad son aspectos importantes a considerar. La poda oportuna, la rotación de cultivos y la prevención de la humedad en exceso son medidas adicionales que contribuyen al éxito del cultivo. Por último, la aplicación de un enfoque integrado para el manejo de plagas y enfermedades, junto con un control eficaz de los costos de producción, son aspectos clave para maximizar la rentabilidad del cultivo de tomate en invernadero (Jaramillo, et al., 2007)

2.8 Plagas y enfermedades

La presencia de plagas o enfermedades en las plantas de tomate en cualquier etapa fenológica puede ocasionar pérdidas considerables si no se controlan a tiempo. Se considera plaga a cualquier organismo animal o vegetal que ataca y causa daños significativos en los cultivos.

2.8.1 Principales Plagas

López (2016) menciona las siguientes:

Mosca Blanca. Es causante del virus del enrollado de la hoja, virus de la cuchara (TYLCV) y el virus de la clorosis del tomate (ToCV), afecta la planta desde la germinación hasta la cosecha, los principales daños son amarillamiento, debilitamiento de la planta, caída de hojas, proliferación del hongo fumagina que causa manchas, disminuye los frutos y afecta el desarrollo. Este tipo de plagas atacan con más frecuencia en temporadas secas.

Falsos Medidores. Son insectos que atacan en la noche y en días nublados, se alimentan del follaje provocando agujeros y destruyendo los tejidos de la planta.

Gusanos grises. Son polillas nocturnas, los adultos aparecen en época de verano y depositan los huevos en el envés de las hojas del cultivo, en las malas hierbas o en el suelo. Las larvas mastican el cuello de la plántula provocando su caída, también se alimentan de la raíz y causan perforaciones en los frutos.

Spodoptera. Afectan al cultivo de tomate desde su floración hasta la cosecha, las larvas jóvenes destruyen el envés de la hoja y al crecer pueden comer la hoja completa y dañar la yema apical de crecimiento afectando el desarrollo de la planta, también mastican los frutos.

Gusano del fruto. Es de actividad nocturna, se localiza en flores y hojas, pueden destruir la yema apical del tallo provocando la muerte de la planta joven y las heridas que dejan en plantas más adultas facilitan la entrada de hongos y bacterias.

Gusano cachón. Se alimenta de hojas, tallos y frutos, puede provocar caída de hojas y es capaz de destruir frutos de cualquier tamaño.

Joboto, gallina ciega, abejón de mayo. Generalmente aparecen en los meses de mayo y junio, las larvas se alimentan de las raíces de la planta.

Áfidos o pulgones. Se alimentan de plantas jóvenes y en desarrollo, provocando deformaciones y abolladuras en las hojas y facilitando la transmisión de virus. Las ninfas y adultos extraen la sabia elaborada debilitando la planta e inyectado saliva con sustancias tóxicas, que generan

retraso en el crecimiento, amarillamiento del follaje, deformaciones, enrollamiento y curvaturas en las hojas.

Trips. Chupan los fluidos de la planta alimentándose de la base de las hojas jóvenes, provocando que se deformen y se retarde la maduración de la planta, y es transmisor del virus del bronceado del tomate o marchitez manchada del tomate (TSWV).

Polilla del tomate. Pueden reproducirse rápidamente, las larvas rompen la epidermis y se introducen en las hojas, provocando daños en hojas, brotes y frutos.

Gusano alfiler. Ataca el cultivo desde el trasplante hasta la maduración del fruto, los huevos son depositados en la superficie de la hoja y causan perforaciones en los frutos.

Minador de hoja. Reduce la capacidad de fotosíntesis de la planta porque las larvas se desarrollan en el interior de las hojas y se alimentan del parénquima foliar.

Vaquitas Diabrotica Valteada. Las larvas se alimentan de las raíces y los adultos del follaje, dejan huecos grandes y redondos en las hojas, reduciendo la capacidad fotosintética.

Ácaro rojo o arañita roja. taca a la planta durante los primeros ciclos fenológicos, generando puntos o manchas amarillas sobre el haz de las hojas para extraer la sabia que como resultado causa la seca de la planta.

Ácaro bronceado del tomate. Afecta a los frutos reduciendo su desarrollo y provocando que adquieran un color marrón a plateado.

Ácaro blanco. Las larvas y los adultos extraen los jugos celulares de la planta provocando deformaciones en los órganos, la floración se reduce, hay aborto de brotes florales y deformación de frutos. En daños severos la planta no se desarrolla e incluso muere.

Nematodo de las agallas. La planta presenta marchitamiento y apariencia descolorida, porque esta plaga produce abultamientos en las raíces restringiendo el paso del agua y nutrientes, provocando debilitamiento y deshidratación, afectando con ello el desarrollo de la planta.

Babosas. Afectan principalmente en el semillero y después del trasplante, las babosas jóvenes destruyen solo las hojas y las adultas incluso las raíces y tallos cortando las plántulas a ras del suelo.

Caracoles. Se comen el follaje y los frutos dejando pequeños agujeros o franjas completas. La mejor forma de controlar estas plagas es con el uso de mallas anti insectos, tapa vientos, insecticidas químicos y biológicos, algunas alternativas orgánicas, eliminando malezas, restos de cultivos anteriores, revisando constantemente los factores climáticos entre otros.

2.8.2 Enfermedades

De acuerdo con (FAO, 2013) independientemente de las condiciones agroecológicas de la región, los cultivos de tomate pueden enfrentarse a diversas enfermedades en cualquier etapa de su desarrollo, algunas de éstas se detallan a continuación.

2.8.3 Enfermedades fisiológicas

Necrosis apical, pudrición distal del fruto. Se presenta cuando los frutos están a mitad de su desarrollo, causa lesiones donde puede crecer moho negro y afectar el tejido interno del fruto, ocurre por la deficiencia de calcio.

Agrietado, estrellado o rayado del fruto. Son de dos tipos el agrietamiento radical que causa ruptura de la epidermis de la fruta y el agrietamiento concéntrico que es la ruptura de la epidermis alrededor del rabillo de la fruta, estos se presentan por desequilibrios hídricos, de fertilización, temperatura alta o poca humedad.

Fruto hueco. Causado por la excesiva aplicación de fitorreguladores.

Enrollamiento de las hojas. Causado por la humedad o poda excesiva.

Planchado de las hojas. Provocado por la excesiva radiación solar.

Caída o aborto de las flores. Ocurre por temperaturas demasiado altas o humedad demasiado baja.

Cara de gato. Provocado por los cambios bruscos de temperatura.

Quema de sol. Ocurre principalmente en temporadas secas cuando el fruto se expone al sol.

2.8.4 Enfermedades fungosas.

Tizón tardío o apagón. Destruye el follaje, tallos y frutos en cualquier fase de desarrollo, las lesiones circulares de color café.

Tizón temprano o bajera. Ataca a la planta en cualquier etapa de crecimiento y con más frecuencia en la fructificación, se forman llagas negras en el tallo a ras del suelo, afecta a hojas, tallo, frutos y pecíolos, en los frutos las lesiones son de color café oscuro, levemente hundidas y cubiertas de esporas de hongo.

Fusarium o marchitez fungosa. Se presenta caída de pecíolos de las hojas superiores y amarillamientos de las hojas inferiores, y puede provocar la muerte de la planta.

Pudrición de la base del tallo. Puede ocurrir en plántulas recién sembradas, presenta decoloración rojiza o café oscura que se parten más tarde, las hojas inferiores se tornan amarillas, gradualmente afecta al resto de la planta y también, puede pudrirse el tallo.

Mal del talluelo. Surge después de la germinación de la planta causando que la plántula no logre emerger del suelo y aquellas que lo logran presentan daños en la base del tallo, lo que causa su doblamiento.

Pudrición del cuello. El hongo suele verse de forma circular y de color café, provoca marchitez de la planta, pudrición de raíces corona y frutos.

Mildiú polvoso o cenicilla. Se observa pequeñas manchas café amarillentas en el haz de las hojas y blanco en el envés, las lesiones pueden secar las hojas y el desprendimiento de las mismas.

Podredumbre gris. Contamina a la planta a través de lesiones sobre todo en bajas condiciones de humedad, ataca las flores y frutos formando lesiones grises o café que causan pudrición acuosa.

Marchitez por verticillium. Es ocasionado por un hongo de suelo causa marchitamiento de las hojas más viejas, las plantas no crecen y el hongo penetra la raíz bloqueando los tejidos vasculares e impidiendo el pase de agua.

Cladosporeosis o moho de la hoja. Provocan lesiones de color verde o amarillento en el envés de las hojas más viejas, según avanza la enfermedad las hojas inferiores se tornan amarillas y caen, también infecta el tallo, flores y en la fruta causa daño en la parte apical.

Antracnosis o podredumbre negra. Ocasionan manchas similares a las quemaduras de sol en hojas y frutos, no suelen afectar a toda la planta, pero en casos severos se infectan las raíces, flores y tallo.

Pudrición del fruto por Rhizopus o Geotrichum Rhizopus. Es un hongo que produce lesiones de apariencia acuosa, usualmente infecta más a frutas almacenadas.

Pudrición ácida. Sucede en tomates verdes y maduros inicia desde la cicatriz del tallo y se extiende al resto del fruto, este se agrieta y desarrolla un olor ácido.

2.8.5 Enfermedades bacterianas

Maya o mancha bacterial. Generalmente se presenta por altas temperaturas o suelos deficientes en nitrógeno o potasio y por humedad excesiva. Bloquea los tejidos conductores del agua provocando el marchitamiento de la planta hasta que muere.

Peca bacteriana o Mancha negra del tomate. Es una bacteria aeróbica dispersada por el viento, la lluvia, gotas de agua y por el empleo de riego por aspersión, afecta a hojas, tallo, pecíolos y flores, puede provocar la caída de flores y deformación de frutos. Cuando ataca a las plantas jóvenes puede reducir la productividad hasta un 75%.

Pudrición suave bacterial. Afecta a las plantas jóvenes que presentan hojas amarillas, el daño inicia en el tallo y se extiende por los nervios principales. Las partes infectadas tienen un olor muy fuerte, en los frutos causa lesiones que forman ampollas, también puede atacar a la raíz.

Mancha bacteriana. Penetra a la planta por aberturas o heridas naturales provocando el amarillamiento de las hojas, afecta también al tallo y frutos.

Cáncer bacteriano del tomate. Se transmite por semilla y trasplante es capaz de sobrevivir en el suelo por varios años, la infección inicia en plantas jóvenes provocando la muerte prematura de tejidos, en plantas más desarrolladas provoca amarilleo y muerte de las hojas. También, afecta a los frutos provocando machas oscuras rodeadas de un halo blanco.

2.8.6 Enfermedades virales

Virus del mosaico del tabaco (TMV). Surge en forma de mosaico verde claro y oscuro en las hojas, en las plantas infectadas se reduce el follaje, el número y tamaño de las frutas que no maduran, las hojas se deforman y se limita el crecimiento de la planta.

Virus del torrado del tomate. Causa necrosis similares a quemaduras, la infección produce la muerte de las hojas y los frutos.

2.9 Requerimiento Nutricional

El cultivo de tomate requiere una adecuada nutrición para su correcto desarrollo. Una buena demanda de nutrientes garantiza que las plantas sean más fuertes y equilibradas, lo que las hace más resistentes al ataque de plagas y enfermedades. Un suministro óptimo de nutrientes es fundamental para promover un crecimiento saludable y vigoroso de las plantas de tomate, lo que a su vez contribuye a una mayor productividad y calidad de los frutos. (Jasso, et al., 2012, p. 29).

2.9.1 Nutrientes principales

Según los registros publicados por YARA, (2016), los principales nutrientes para el cultivo de tomate son:

Nitrógeno (N). Es necesario en las fases tempranas del desarrollo para fomentar un crecimiento fuerte de plántulas. El mayor consumo es poco antes de la floración.

Calcio (Ca). Cada tonelada (tn.) de fruto requiere alrededor de 1,7 kg. de Ca, su consumo es más fuerte desde la floración y el desarrollo del fruto hasta la cosecha, por ello es importante el suministro de calcio durante todo el ciclo.

Potasio (K). La absorción de este nutriente es entre 2,6 a 3,6 kg de K por t de fruto, siendo la demanda más alta durante el desarrollo de la fruta.

Magnesio (Mg). Se absorbe principalmente durante la floración y por cada tonelada (t) fruto se requiere de 0,3 a 0,6 kg de Mg, que debe ser repartido durante el ciclo.

Fósforo (P). La siembra de tomate necesita entre 0,2 a 0,4 kg de P por (t) de fruto, sobre todo en las fases tempranas del desarrollo de la planta, para asegurar un buen crecimiento de la raíz y la flor.

Azufre (S). Se requiere durante toda la fase de crecimiento, el cultivo absorbe alrededor de 0,6 kg de S por (t) de fruto.

2.9.2 Micronutrientes

Boro (B). Es un micronutriente clave para la maduración del fruto, su requerimiento es esencial para la integridad estructural de la planta e importante para la viabilidad del polen, la flor y el desarrollo frutal.

Zinc (Zn). Es otro micronutriente de vital importancia para el desarrollo y función de las hormonas de crecimiento. (YARA ECUADOR).

Una fertilización eficiente se basa en los requerimientos nutricionales específicos de la planta y en el estado nutricional del suelo. Consiste en proporcionar los nutrientes necesarios en cantidades adecuadas y en momentos oportunos durante el ciclo de cultivo. Esto asegura que las plantas reciban los nutrientes que necesitan para un crecimiento saludable y una producción óptima, sin desperdiciar recursos ni afectar negativamente al medio ambiente. Una fertilización eficiente es fundamental para maximizar el rendimiento del cultivo y garantizar una calidad adecuada de los productos agrícolas (Jaramillo, et al. 2007, p. 108)

2.10 Manejo del cultivo

Para un cultivo de tomate exitoso, es esencial seleccionar semillas de calidad que sean resistentes a patógenos y tengan alta productividad. Además, es crucial seguir algunas indicaciones para una excelente siembra, que incluyen la preparación adecuada del suelo, la siembra en el momento óptimo, la profundidad y espaciado adecuados, el riego apropiado, y el

control de malezas. Estas prácticas aseguran una germinación uniforme, un buen establecimiento de las plántulas y un crecimiento saludable de las plantas, maximizando así el rendimiento y la calidad del cultivo de tomate (Doria, 2010).

2.10.1 Semillero

Según la (Guía del agricultor, 2020), para favorecer la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas de tomate, es factible emplear recipientes como vasos o bandejas, manteniéndolos en condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y humedad. Es crucial monitorear de manera constante el estado de las plántulas durante este período, ya que es cuando suelen surgir las primeras plagas y enfermedades. Este seguimiento permite identificar cualquier problema temprano y tomar medidas correctivas, garantizando así un crecimiento saludable y robusto de las plántulas de tomate.

2.10.2 Preparación del terreno

Para facilitar el drenaje y una buena aireación es importante arar, rastrar y nivelar el suelo. Así, las plantas tendrán un buen desarrollo radicular y se facilitará la formación de camas. (Escobar y Lee, 2009).

2.10.3 Trasplante

Según (Burgos, 2014 como se citó en Conlago, 2017):

Para el óptimo desarrollo de la planta en el sitio definitivo se debe realizar el trasplante cuando la planta tenga entre tres y cuatro hojas bien formadas y su altura alcance los 10 a 15 cm. La planta debe ser verde y recta, con una ligera coloración púrpura en la base del tallo y con raíces blancas. Es imprescindible evitar el trasplante de plántulas con deficiencia de nutrientes y con presencia de plagas y enfermedades, además se debe efectuar un riego previo al trasplante tanto en el semillero como en el suelo definitivo.

2.10.4 Riego

El riego juega un papel crucial en el cultivo de tomate en invernadero, y el primer riego, efectuado justo después del trasplante, marca un momento crítico en el proceso de desarrollo de las plantas. A lo largo del ciclo de crecimiento, el riego periódico es esencial, si bien la cantidad

de agua a aplicar debe ajustarse según factores como las condiciones climáticas, las características del suelo y el estado de desarrollo de las plantas. En este sentido, el riego por goteo se presenta como una opción ideal, ya que garantiza un suministro constante y uniforme de agua, manteniendo así una humedad adecuada en la zona radicular (FAO, 2013).

Además, esta técnica se destaca por su eficiencia en el uso del agua al evitar el desperdicio y prevenir la acumulación de humedad en el follaje, lo que podría dar lugar al desarrollo de enfermedades. Por tanto, el riego por goteo emerge como una herramienta fundamental para el cultivo exitoso de tomate en invernadero, proporcionando las condiciones hídricas óptimas para el desarrollo saludable de las plantas a lo largo de todo el ciclo de crecimiento (CONGOPE, 2016).

2.10.5 Podas

Para lograr un cultivo óptimo de tomate en invernadero, es fundamental implementar prácticas que permitan balancear la nutrición de las plantas, facilitar la aireación, favorecer una mayor penetración de luz y facilitar la recolección de la cosecha. Estos aspectos son esenciales para garantizar un crecimiento saludable de las plantas y una producción abundante de frutos de alta calidad. El balance nutricional se logra mediante una adecuada fertilización, asegurando que las plantas reciban todos los nutrientes necesarios en las cantidades adecuadas. Por otro lado, mantener una buena aireación en el invernadero ayuda a prevenir enfermedades fúngicas y promueve un ambiente favorable para el desarrollo de las plantas. Asimismo, permitir una mayor penetración de luz natural en el invernadero favorece el proceso de fotosíntesis y el crecimiento vigoroso de las plantas (DANE, 2014)

La poda de formación se utiliza para definir el número de tallos, siendo recomendable dejar un solo tallo en el caso del cultivo en invernadero. La poda de chupones consiste en eliminar los brotes axilares o yemas para promover el desarrollo del tallo principal y evitar la competencia por nutrientes. Por otro lado, la poda de hojas implica la eliminación de hojas viejas o enfermas para mejorar la ventilación y reducir la humedad, lo que ayuda a prevenir enfermedades foliares. Asimismo, la poda de flores y frutos se realiza para asegurar una producción homogénea y de mayor calidad, eliminando aquellos elementos que podrían afectar el desarrollo óptimo de los frutos restantes. Finalmente, la poda de yema terminal o despunte se lleva a cabo en plantas indeterminadas para detener su crecimiento y determinar el número de racimos a producir, lo que contribuye a una distribución más equitativa de la energía de la planta y una mejor gestión de la producción. En conjunto, estas prácticas de poda son clave para maximizar el rendimiento y la calidad del cultivo de tomate en invernadero (Paredes, 2009).

2.10.6 Aporque

El aporque se lleva a cabo luego de la poda de formación y consiste en cubrir la parte inferior de la planta con tierra, con el objetivo de proporcionarle un mayor anclaje al suelo y fomentar el desarrollo de raíces adicionales, lo que contribuye a la estabilidad y el vigor de la planta (Seifrit, 2023).

2.10.7 Tutorado

El tutorado se utiliza para mantener erguida la planta y facilitar una mejor circulación de aire y disposición de raíces en el cultivo, lo que resulta en frutos más limpios y saludables. Es crucial realizar esta técnica con cuidado para evitar dañar la planta durante el proceso (FAO, 2013).

2.10.8 Control de malezas

El control de malezas es esencial para prevenir la proliferación de plagas y enfermedades, así como para evitar la competencia de las malezas por luz, agua y nutrientes con el cultivo principal. Mantener el área libre de malezas contribuye a un ambiente más saludable para el cultivo y favorece su desarrollo óptimo (Guía del agricultor, 2020).

2.10.9 Categorías del tomate

Es necesario seleccionar y clasificar los tomates para comercializarlos, así como separar los rojos y los pintones para facilitar su conservación. Los más gruesos se clasifican en primer lugar, los medianos en segundo lugar, los intermedios en tercer lugar y los pequeños en cuarto lugar. (Fernado, 1999)

2.11 Rendimiento

2.11.1 Cultivo de Tomate en Ecuador

Debido a su variada geografía y climas, Ecuador se destaca como un país eminentemente agrícola, tanto por la extensión de tierras dedicadas a la producción agrícola, la diversidad de cultivos y sistemas de producción, como por la cantidad significativa de agricultores que laboran en el país (Siavichay, 2011).

Hasta los inicios de los años 90, la producción de tomate se concentraba principalmente en los valles interandinos bajos y algunas áreas costeras de Ecuador, utilizando métodos de cultivo al aire libre y técnicas de producción poco eficientes. Sin embargo, a partir de esa época, comenzó a desarrollarse el cultivo de tomate en invernaderos en regiones como Patate y Cañar. Esta transición hacia el cultivo bajo invernadero permitió una mayor capacidad para controlar las condiciones ambientales, lo que a su vez contribuyó a mejorar la productividad y la calidad del tomate cultivado en el país (Silva, 2015).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2013), en el Ecuador el cultivo de tomate de mesa es de suma importancia, se encuentra dentro de la canasta básica familiar y aporta un gran valor para la agricultura del país. La siembra se realiza en las regiones de la sierra y costa por sus condiciones edáficas y climáticas.

Según datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) para el año 2022, el tomate riñón representa una hortaliza de relevancia en la dieta de la población ecuatoriana y, en consecuencia, desempeña un papel significativo en la economía del país. Se estima que contribuye con un 0,6% al Valor Agregado Bruto Agropecuario, destacando su importancia tanto a nivel alimentario como económico en el contexto nacional.

Actualmente, el tomate se cultiva en una superficie de 1,691 hectáreas, lo que representa el 0,2% de la superficie sembrada bajo cultivos transitorios; esto da como resultado una producción de más de 55 mil toneladas a escala nacional, donde Chimborazo figura como la primera provincia con mayor potencial, representando el 40%. La producción se caracteriza por conformar Unidades de Producción Agropecuaria con una superficie menor a 1 hectárea, las mismas que en número representan el 96% del total nacional, concentradas principalmente en las provincias de Chimborazo, Pichincha, Tungurahua, Azuay e Imbabura. En cuanto al fomento productivo, los desembolsos de la banca pública se concentran en mayor monto en las provincias de Pichincha, Chimborazo, Azuay y Santo Domingo de los Tsáchilas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2022).

Según la Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC), realizado por el INEC en el año 2021, en Ecuador se produjo 55,277 toneladas métricas (t) de tomate riñón, distribuyéndose de la siguiente manera:

Tabla 2-5. Registro de producción por región y provincia

Región y provincia	SUPERFICIE (Has.)		PRODUCCIÓN (T)	VENTAS (T)	
	Sembrada	Cosechada			
Total, Nacional	1691	1650	55277	54817	
Región Sierra	1359	1317	49728	49346	
Región Costa	229	229	4898	4838	
Región Amazónica	103	103	651	633	
REGIÓN SIERRA					
CARCHI	Solo	86	75	1541	1541
	Asociado				
COTOPAXI	Solo	73	73	3421	3399
	Asociado				
CHIMBORAZO	Solo	642	611	21921	21805
	Asociado				
IMBABURA	Solo	171	171	6923	6835
	Asociado				
PICHINCHA	Solo	150	150	6697	6594
	Asociado				
TUNGURAHUA	Solo	124	124	5691	5689
	Asociado				
REGIÓN COSTA					
GUAYAS	Solo	170	170	3857	3801
	Asociado				
MANABÍ	Solo	35	35	319	316
	Asociado				
SANTA ELENA	Solo	6	6	177	177
	Asociado				
REGIÓN AMAZÓNICA					
MORONA SANTIAGO	Solo	62	62	227	214
	Asociado				
NAPO	Solo	17	17	392	392
	Asociado				
ZAMORA CHINCHIPE	Solo	24	24	33	27
	Asociado				

FUENTE: ESPAC – 2021 (INEC)

Por lo tanto, el cultivo de tomate se ha convertido en un gran aporte económico para las familias que se dedican a esta actividad, y en los últimos años su producción ha incrementado, especialmente en la zona norte del país, donde prevalece el cultivo de híbridos que permiten mejor rendimiento y producción (Llerena, 2007). Dentro de las variedades con más acogida en el mercado está “Pietro”, debido a que su duración en percha supera los siete días. (ALASKA, 2016).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Características del lugar

3.1.1 Localización

El siguiente trabajo se realizó en el cantón Chambo, provincia de Chimborazo – Ecuador

3.1.2 Ubicación geográfica



Coordenadas: Latitud: 1°45'04.4"S; Longitud: 78°35'31.1"W

Altitud 2800 m s.n.m

3.1.3 Características climatológicas

Temperatura: Entre 8 °C a 19 °C.

Precipitación media anual: 1462 mm

Humedad relativa: 85%.

3.2 Materiales y equipos

3.2.1 Materiales de campo

- Plántulas
- Cinta de goteo
- Mangueras

- Tijeras de poda
- Piola de tutores
- Cinta métrica
- Calibrador pie de Rey
- Tanque de agua
- Cuaderno de apuntes
- Cartones de empaquetamiento

3.2.2 *Equipos de campo*

- Bomba de Fumigar a motor
- Bomba de fumigar manual
- Cámara fotográfica
- Balanza

3.2.3 *Fertilizantes edáficos*

- Tomate siembra
- Activa
- Dieta arranque
- Dieta desarrollo
- Dieta engrose
- Super engrose
- Nitrato de calcio camplite

3.2.4 *Fertilizantes foliares*

- Calci Boro
- Boro Mix

3.2.5 *Activos de insecticidas aplicados*

- Thiamethoxam + Lambda cyhalothrin
- Clorpirifos; Cypermethrin
- Lambdacihalotrina y Thiamethoxam

- Lambdacihalotrina
- Abamectin

3.2.6 *Nombres activos de fungicidas aplicados*

- Thiabendazol
- Metalaxyl; Mancozeb
- Tebuconazole; Dimetilformamida; Butilglicol
- Difeconazole; Solvent naphta (petroleum)
- Fluopyram; Pyrimethanil
- Glicerina ozonificada (Sanito)

3.3 Factores de estudio

3.3.1 *Hibrido de tomate riñón*

DM = Diamante

H4 = Hibrido # 4

H5 = Hibrido #5

H12 = Hibrido #12

3.3.2 *Diseño experimental*

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), con 4 tratamientos y 3 repeticiones.

Tabla 3-1. Análisis de varianza DCA.

Fuentes de variación (FV)	Formula	Grados de libertad (gl)
Tratamientos	t-1	3
Error	t(r-1)	8
Total	t x r -1	11

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

3.3.3 *Análisis funcional*

Se empleó la prueba de Tukey al 5%, cuando existieron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio.

3.3.4 *Análisis Funcional.*

3.3.5 *Tratamientos.*

A continuación, se detalla los tratamientos en estudio y su descripción. (Ver Tabla 3-2)

Tabla 3-2. Descripción de la combinación de los tratamientos.

N.º Tratamientos	Descripción
T1	Diamante
T2	Hibrido #4
T3	Hibrido #5
T4	Hibrido #12

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

3.3.6 *Características de la Unidad Experimental*

A continuación, se detalla las especificaciones el campo experimental. (Ver Tabla 3-3)

Tabla 3-3. Descripción de la unidad experimental.

Especificaciones	Detalles
Número de híbridos	4
Repeticiones	3
Distancia de siembra entre plantas	0,30 m
Ancho de cada cama	1,2 m
Distancia entre camas	1 m
Área neta del ensayo	216 m ²
Área total del ensayo	324 m ²
Número de unidades experimentales	12

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

3.3.7 Esquema de campo

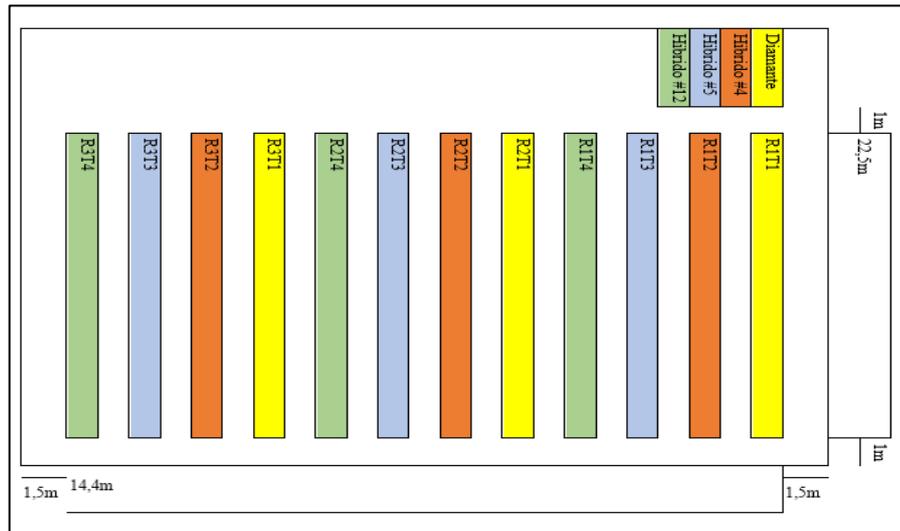


Ilustración 3-1. Esquema de campo.

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

3.4 Toma de datos

3.4.1 Cálculo del porcentaje de prendimiento

Quince días después del trasplante, determinó porcentaje del número de plantas vivas en cada uno de los tratamientos, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de prendimiento} = \frac{\text{Número de plántulas prendidas}}{\text{Número de plántulas trasplantadas por parcela neta}} \times 100$$

3.4.2 Altura del primer racimo floral

La altura de los primeros racimos florales se midió desde el cuello de la planta hasta la aparición del primer racimo en cm a los 30 DDT (Días después del trasplante)

3.4.3 Diámetro del tallo

Los diámetros de las plantas preseleccionadas se midieron utilizando un calibrador pie de rey a una altura de 40 cm sobre el suelo a los 60, 90 y 120 DDT.

3.4.4 Número de flores por planta

Se registró el número de flores existentes por planta de cada y se las expreso en unidades.

3.4.5 Distancia entre racimos

Al finalizar la cosecha del 4 racimo, se midió con un flexómetro la distancia entre los racimos de cada planta preseleccionada.

3.4.6 Días a la cosecha

Para esta variable se registró, el número de días que transcurrieron entre el trasplante y la cosecha de la primera baya de color pintón de cada híbrido en estudio de la parcela total experimental.

3.4.7 Número de frutos por planta

Durante el período de cosecha se registró el número total de frutos recolectadas en cada híbrido preseleccionado y su promedio de lo expreso en frutos/planta.

3.4.8 Rendimiento

Se registró el peso total (kg/ha) de la cosecha de los frutos que presentaron una madurez comercial del 75% y posterior se clasificó por categoría y se pesó (kg/ha), cada fruto recolectado se los categorizó de acuerdo con su tamaño en 1ra, 2da, 3ra y 4ta, según el siguiente rango establecido:

Tabla 3-4. Categorización de los frutos cosechados

Categoría	Tamaño (Diámetro)
Primera	>7 cm
Segunda	5,9 – 6,9 cm
Tercera	4,5 – 5,8 cm
Cuarta	3,5 – 4,4 cm

Realizado por: Chisaguano, Jonathan, 2024

3.4.9 Análisis económico (AE)

El análisis económico se determinó a través la relación Beneficio/costo (B/C) de cada uno de los tratamientos en estudio

3.5 Manejo de la investigación

3.5.1 Inicio

Las semillas de los híbridos de tomate estudiados: fueron importados de la empresa YUKSEL SEEDS DE TURQUÍA y entregadas a la empresa Pilonera TODO AGRO, para su posterior germinación. Después de 5 semanas, cuando las plántulas presentaron de 3-4 hojas verdaderas, se procedió al trasplante.

3.5.2 Preparación del suelo.

La preparación del suelo consistió en un pase de arado de discos, un pase de rastra de discos y nivelación del terreno con la ayuda de herramientas manuales.

Se colocó en el suelo cal agrícola al voleo para mejorar la asimilación de nutrientes neutralizando el hidrogeno (H⁺), aluminio (Al) y proporcionar calcio. Posteriormente se procedió al señalamiento de las parcelas.

3.5.3 Elaboración de las camas

Este trabajo se realizó 8 días antes del trasplante con palos y estacas. Las camas se demarcaron entre hileras de plantas a una distancia de 1,20 m y un largo de 22.5 m, de los cuales 0,40 m de ancho se dejaron como caminos entre las camas.

3.5.4 Fertilización de arranque

Se empleo el fertilizante de arranque 2-46-29 con un alto contenido de fósforo, para un correcto desarrollo de las raíces.

3.5.5 Riego

El riego empleado en la investigación fue por goteo mediante de cintas de goteo de 15 cm, 2 líneas/cama, proporcionando láminas de riego adecuadas y en función de las condiciones climáticas, mediante la siguiente fórmula:

$$Lr = (Cc - Pmp) \times Pr \times Kc$$

3.5.6 *Trasplante.*

Se regó previamente hasta que el suelo alcance la capacidad hídrica del campo y trasplantar las plantas con una distancia de 0,30 m entre plantas, además cabe mencionar que el manejo se realizó a un solo brazo.

3.5.7 *Controles fitosanitarios*

El control de plagas y enfermedades se realizará de acuerdo con un programa de seguimiento semanal.

3.5.7.1 *Plagas*

Para el control de pulgones y minadores se empleó Lambdacihalotrina y Thiamethoxam (Engeo) es de 0,6 ml/l y de Thiocyclam hidrogen oxalate (Tryclan) de 0,5 g/l para el control de mosca blanca.

3.5.7.2 *Enfermedades*

El Metalaxyl; Propamocarb hydrochloride (Predostar) de 2 g/l para el control del marchitamiento por Fusarium y Mildeo vellosa. Penconazole (Topas) de 2 g/m² para el control la Roya, Tizón tardío, oídio y cenicilla.

3.5.8 *Fertilización.*

La fertilización se realizó de acuerdo con el análisis químico del suelo, requerimientos del cultivo y las siguientes condiciones físicas: nitrógeno 70 – 180 ppm, fósforo 7 - 14 ppm, potasio 80 - 150 ppm, calcio 40 - 140 ppm y magnesio 30 - 80 ppm;

3.5.9 Podas.

Se debe realizó labores culturales con el fin tener limpio el tallo de chupones y hojas viejas hasta el octavo racimo floral. Además, se realizó las siguientes podas:

3.5.9.1 Poda de chupones o brotes axilares

Después de seleccionar el número de ejes o brazos a manejar, se eliminó las yemas axilares cuando alcanzaron los 3-5 cm de altura. Para evitar lesiones graves en el momento de deschupona.

3.5.9.2 Poda de hojas:

Se realizó cuando apareció el siguiente racimo floral, y sus frutos el tamaño de una "nuez". Dejando siempre una hoja por debajo del racimo floral.

3.5.9.3 Poda de flores y frutos:

Cuando los frutos de cada racimo se atrofiaron, deformaron, enfermaron o tuvieron daños mecánicos, se retiraron las flores y los frutos, quedando los mejores frutos de cada racimo mediante preselección.

3.5.9.4 Poda apical o despunte:

Cuando se obtuvo la octava inflorescencia, se podó las plántulas en su ápice, culminando su ciclo de desarrollo y terminando con la vida del híbrido en estudio.

3.5.10 Tutorado.

Cuando las plantas alcanzaron los 25-30 cm, se comenzó a colgar las cintas tomateras, para las cuales se utilizaron hilos de plástico calibre 10, los cuales fueron colocados sobre la hilera de las plantas a una altura de 2,5 m.

3.5.11 Cosecha.

La cosecha se realizó cuando el fruto presento una madurez comercial de 75%, posterior para su comercialización se empacó en cartones de tomate con capacidad de 23 kg.

CAPÍTULO IV

4. . Análisis y discusión de resultados

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 *Prendimiento (%)*

El porcentaje de prendimiento se determinó a los 15 días después del trasplante DDT y, de acuerdo con el análisis de varianza al que fueron sometidos los datos obtenidos, se encontró que, existen diferencias significativas entre tratamientos (p-valor= 0,0331), como se detalla en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1. ANOVA del porcentaje de prendimiento

Factor de Variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	3	0,0331	
Hibrido	3	0,0331	*
Error	8		
Total	11		
CV	2,85		

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

En la Ilustración 4-1, se evidenció que tratamiento T1 presentó un mayor porcentaje de prendimiento alcanzando un 73,33%. El tratamiento T3 Y T4 presentaron un comportamiento parecido en cuanto al prendimiento, mientras que, el tratamiento T2, presentó porcentaje más bajo, con 66,67%.

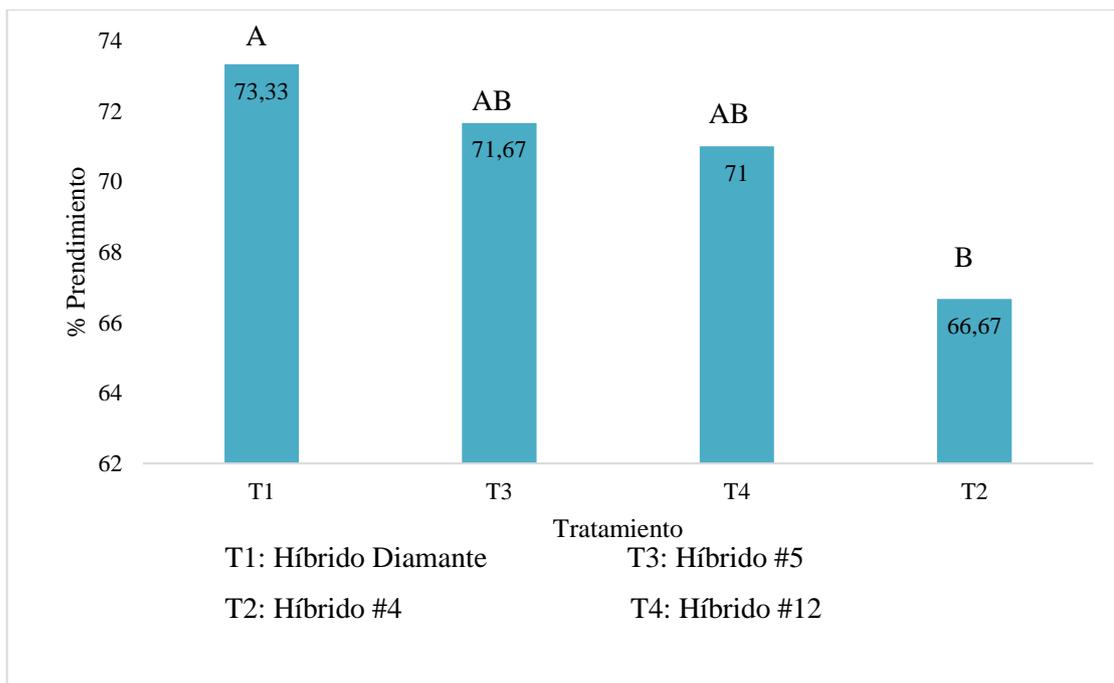


Ilustración 4-1. Porcentaje de prendimiento.

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

4.1.2 *Altura del primer racimo*

Según el análisis de varianza, se encontró que, hay diferencias altamente significativas entre tratamientos (p -valor= 0,0037), lo que indica que los híbridos influyeron en la altura del primer racimo, según se detalla en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2. ANOVA de la altura a los primeros racimos

Factor de Variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	3		
Híbrido	3	0,0037	**
Error	8		
Total	11		
CV	1,52		

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

En la Ilustración 4-2, se evidencia que tratamiento T1 presentó la menor altura a los primeros racimos con una media de 17,33 cm. Los híbridos T2, T3 y T4 tuvieron un comportamiento parecido al ubicarse en un mismo grupo, obteniendo la mayor altura del primer racimo el tratamiento T

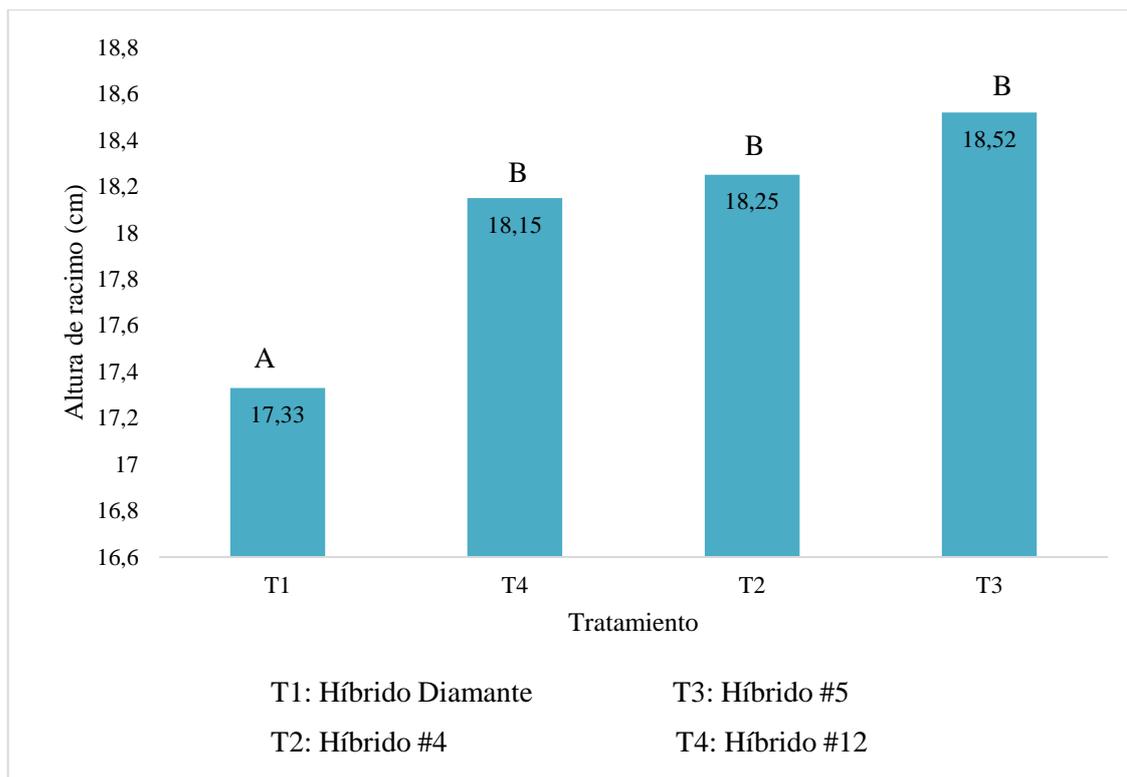


Ilustración 4-2. Altura del primer racimo.

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

4.1.3 Diámetro del tallo

Según la Tabla 4-3 el análisis de varianza al que se sometieron los datos se encontró que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos (p -valor= 0,0004), esto sugiere que los híbridos influyeron en el diámetro del tallo de la planta.

Tabla 4-3. ANOVA de varianza para el diámetro del tallo

Factor de Variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	3	0,0004	
Híbrido	3	0,0004	**
Error	8		
Total	11		
CV	2,48		

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

En la Ilustración 4-3, se evidencia que el tratamiento T3 y T1, ubicados en el grupo A presentaron el mayor diámetro del tallo con una media comprendida de 31,19 y 31,13 mm

respectivamente. Los Tratamientos T2 y T4 tuvieron un comportamiento menor, ubicados en el grupo B con una media de 28,26 y 27,4 mm, respectivamente.

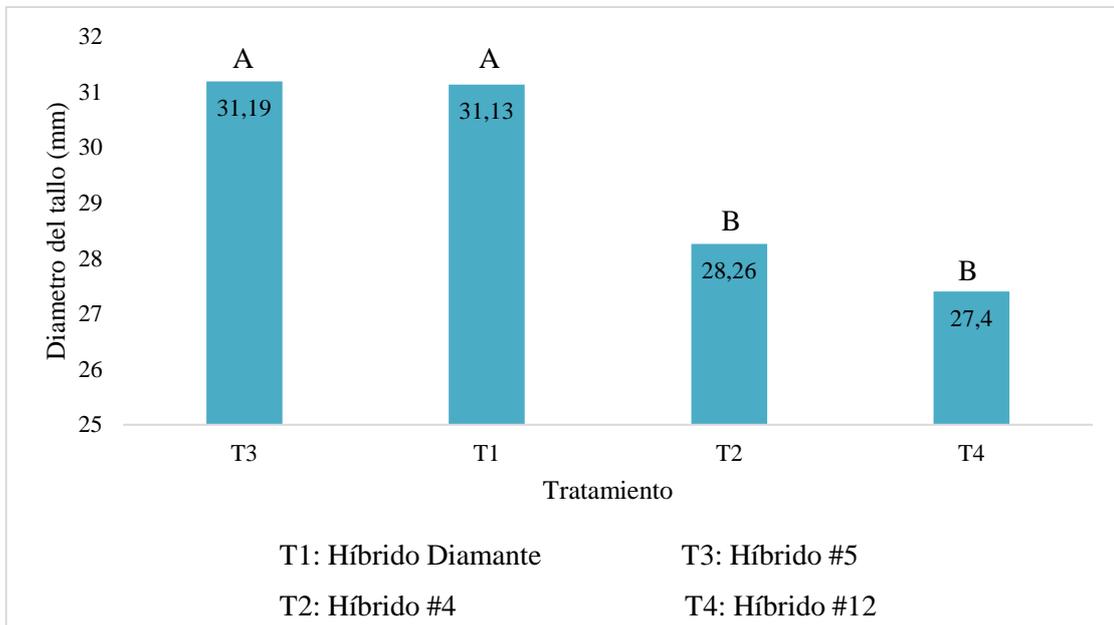


Ilustración 4-3. Diámetro del tallo.

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

4.1.4 Número de flores por planta

Según el análisis de varianza, se encontró que, hay diferencias altamente significativas entre tratamientos (p -valor= 0,0007), mostrando la influencia de los híbridos en el número de flores, según se detalla en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4. ANOVA del número de flores por planta

Factor de Variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	3	0,0007	
Híbrido	3	0,0007	**
Error	8		
Total	11		
CV	2,97		

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

En la Ilustración 4-4, se evidencia que el tratamiento T1 presentó mayor número de flores con una media de 11 flores por planta. Los híbridos T2, T3 y T4 tuvieron un comportamiento

similar, ubicándose en el grupo B, presentando el menor numero de flores el tratamiento T2 con 9,47 flores.

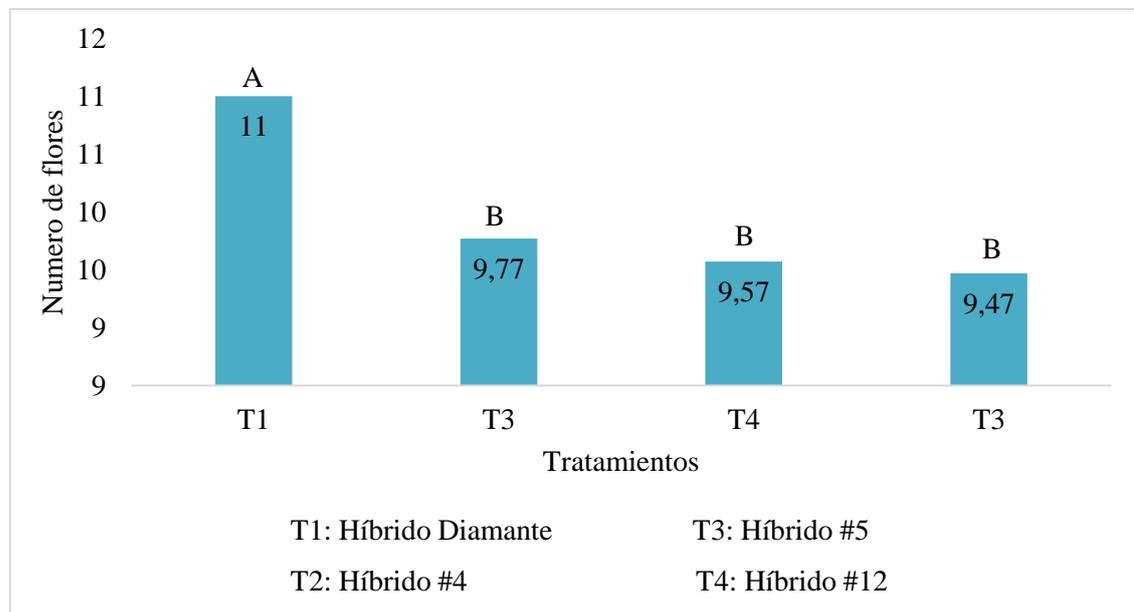


Ilustración 4-4. Número de flores por planta.

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

4.1.5 Distancia entre racimo

Según, en la Tabla 4- 5, el análisis de varianza al que se sometieron los datos se encontró que existen diferencias significativas entre tratamientos (p -valor= 0,0387), esto indica la influencia de los híbridos en la distancia entre racimo.

Tabla 4-5. ANOVA para la distancia entre racimo

Factor de Variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	3	0,0387	
Híbrido	3	0,0387	*
Error	8		
Total	11		
CV	3,83		

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

En la Ilustración 4-5, se evidencia que el tratamiento T3, presentó menor distancia entre racimos con una media de 16,59 cm por planta, ubicándose en grupo A y compartiendo el grupo con el Tratamiento T4 y T2. Mientras que, tratamiento T1, obtuvo mayor distancia entre racimos de 18,46 cm por planta.

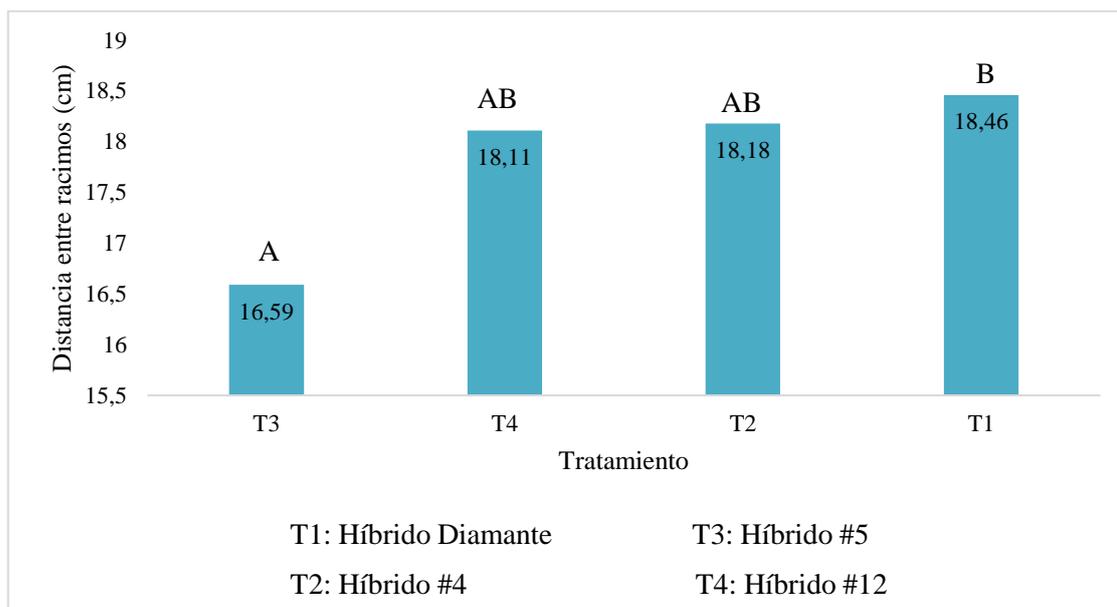


Ilustración 4-5. Distancia entre racimo.

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

4.1.6 Días a la primera cosecha

Según Tabla 4-6, en los días a la primera cosecha, en el análisis de varianza, se evidencio que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos (p -valor= 0,0067), indicando la influencia de los híbridos en los días a la primera cosecha.

Tabla 4-6. ANOVA para los días a la primera cosecha

Factor de Variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	3	0,0067	
Híbrido	3	0,0067	**
Error	8		
Total	11		
CV	1,99		

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

En la Ilustración 4-6, se evidencia que el tratamiento T1, presentó menor número de días en llegar a la primera cosecha con 101,83 días, ubicándose en el grupo A compartiendo a la vez con el tratamiento T4 y T3. Mientras que, tratamiento T2, se tardó mayor número de días en llegar a la cosecha con 110,3 días.

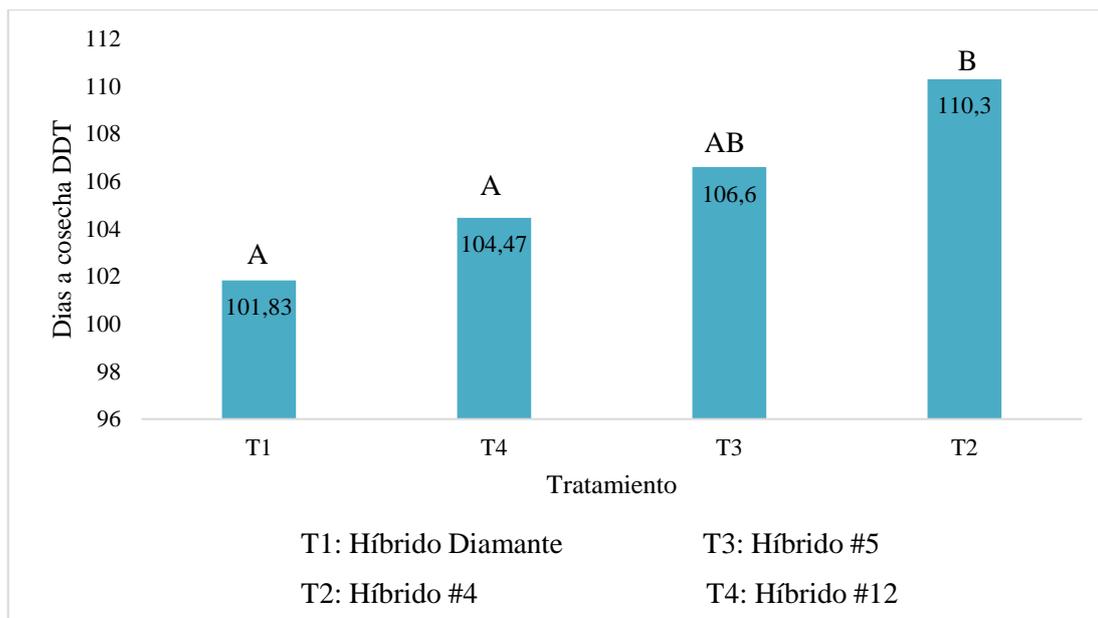


Ilustración 4-6. Días a la primera cosecha

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

4.1.7 Número de frutos por planta

Según el análisis de varianza, se evidencio diferencias significativas entre tratamientos (p -valor= 0,0336), esto muestra la influencia de los híbridos en el número de frutos por planta. según se detalla en la Tabla 4-7.

Tabla 4-7. ANOVA para el número de frutos por planta

Factor de Variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	3	0,0336	
Híbrido	3	0,0336	*
Error	8		
Total	11		
CV	6,5		

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

En la Ilustración 4-7, se evidenció que el tratamiento T1, T2 y T4 presentaron el mayor número de frutos por racimo, destacándose el tratamiento T1 con una media de 7,8 frutos. Mientras que, el tratamiento T3, presentó menor número de frutos por racimo (6,4 frutos).

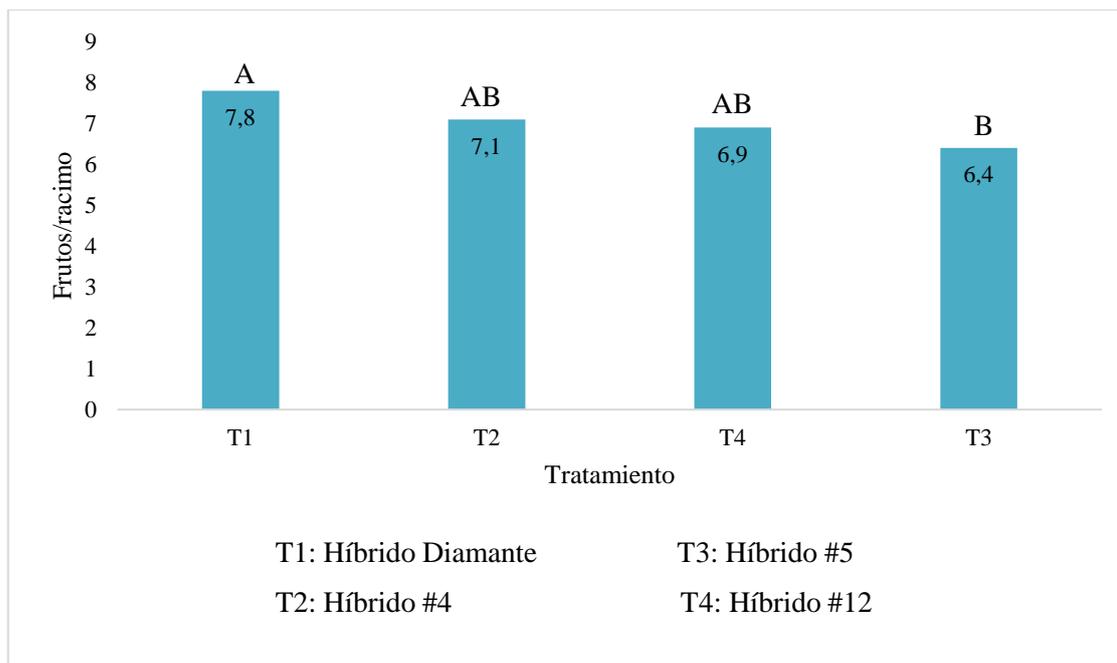


Ilustración 4-7. Número de frutos por planta

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

4.1.8 Rendimiento por Hectárea (kg/ha)

Según el análisis, sobre el rendimiento en kg/ha, se encontró que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos (p -valor $<0,0001$), esto indica la influencia de los híbridos en el rendimiento, según se detalla en la Tabla 4-8.

Tabla 4-8. ANOVA para el Rendimiento en kg/ha

Factor de Variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	3	$<0,0001$	
Híbrido	3	$<0,0001$	**
Error	8		
Total	11		
CV	2,38		

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

En la Ilustración 8, se evidencia que el tratamiento T1 presentó mayor rendimiento por hectárea, con una media de 23697,42 kg/ha. Mientras que, el tratamiento T2, presentó menores rendimientos con una media de 17977,52 kg/ha.

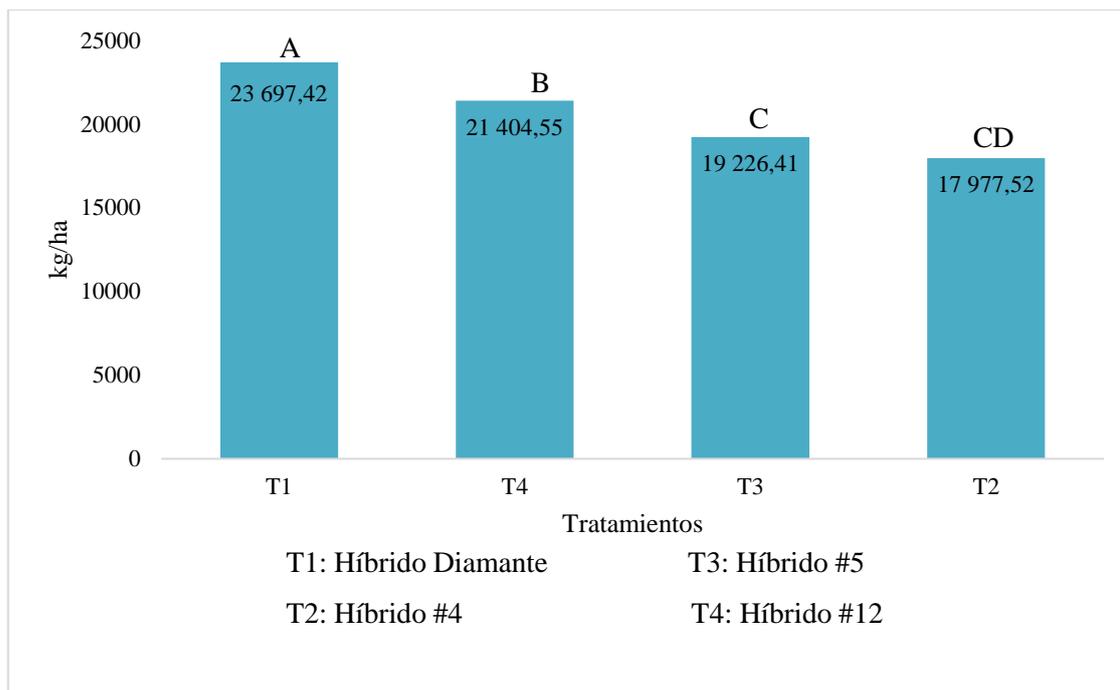


Ilustración 4-8. Rendimiento en kg/ha

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

4.1.9 Rendimiento en Primera Categoría kg/ha

Según la Tabla 4-9, el análisis de varianza del rendimiento de la primera categoría en kg/ha, se encontró que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos (p -valor $<0,0001$), esto indica la influencia de los híbridos en el rendimiento de primera categoría.

Tabla 4-9. ANOVA del Rendimiento en Primera Categoría kg/ha

Factor de Variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	3	$<0,0001$	
Híbrido	3	$<0,0001$	**
Error	8		
Total	11		
CV	2,21		

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

En la Ilustración 4-9, se evidencia que el tratamiento T4 presentó mayor rendimiento en primera categoría, con una media de 10313,41 kg/ha. Mientras que, el tratamiento T3, presentó menores rendimientos, con una media de 7835,81 kg/ha en primera categoría.

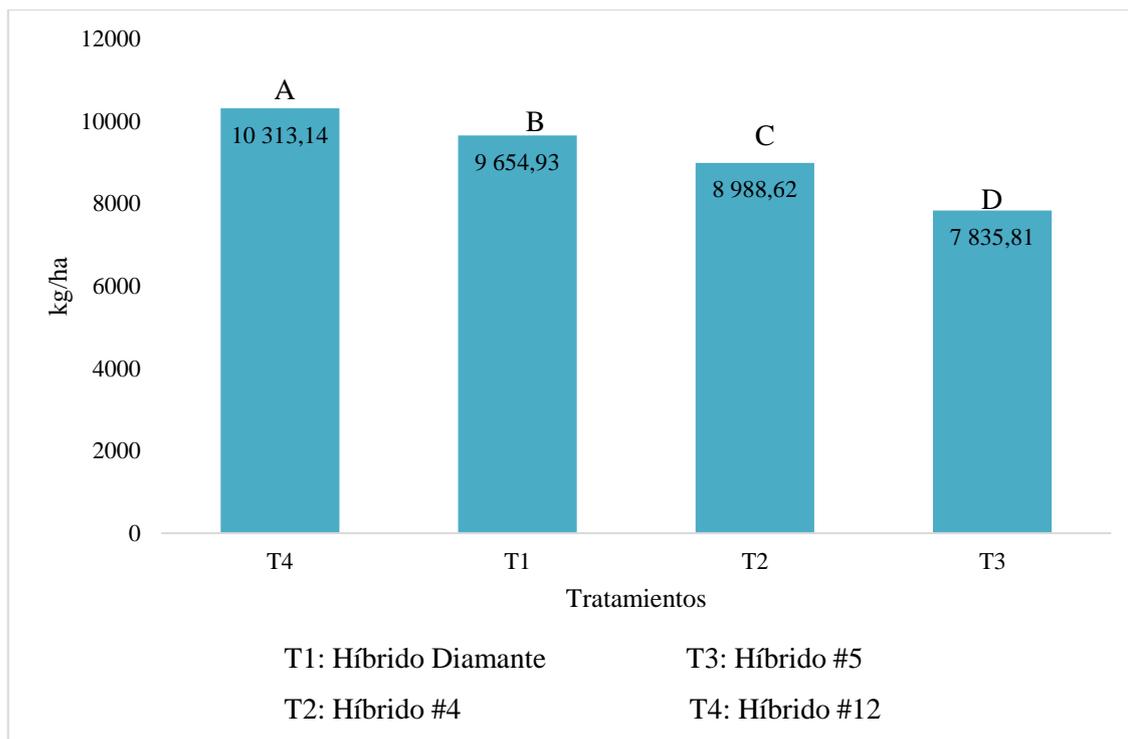


Ilustración 4-9. Rendimiento en Primera Categoría kg/ha

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

4.1.10 Rendimiento en Segunda Categoría kg/ha

Según la Tabla 4-10, el análisis de varianza del rendimiento de segunda categoría en kg/ha, se encontró que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos (p-valor <0,0049), esto indica la influencia de los híbridos en el rendimiento de segunda categoría.

Tabla 4-10. ANOVA del Rendimiento en Segunda Categoría en kg/ha

Factor de Variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	3	0,0049	
Híbrido	3	0,0049	*
Error	8		
Total	11		
CV	7,12		

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

En la Ilustración 4-10, se evidencia que el tratamiento T1, T3, T4, se ubicaron en el grupo A, destacándose el tratamiento T1 por presentar el mayor rendimiento en segunda categoría, con una media de 4358,23 kg/ha. Mientras que, el tratamiento T2 presentó menores rendimientos, con una media de 3198,71 kg/ha en la segunda categoría.

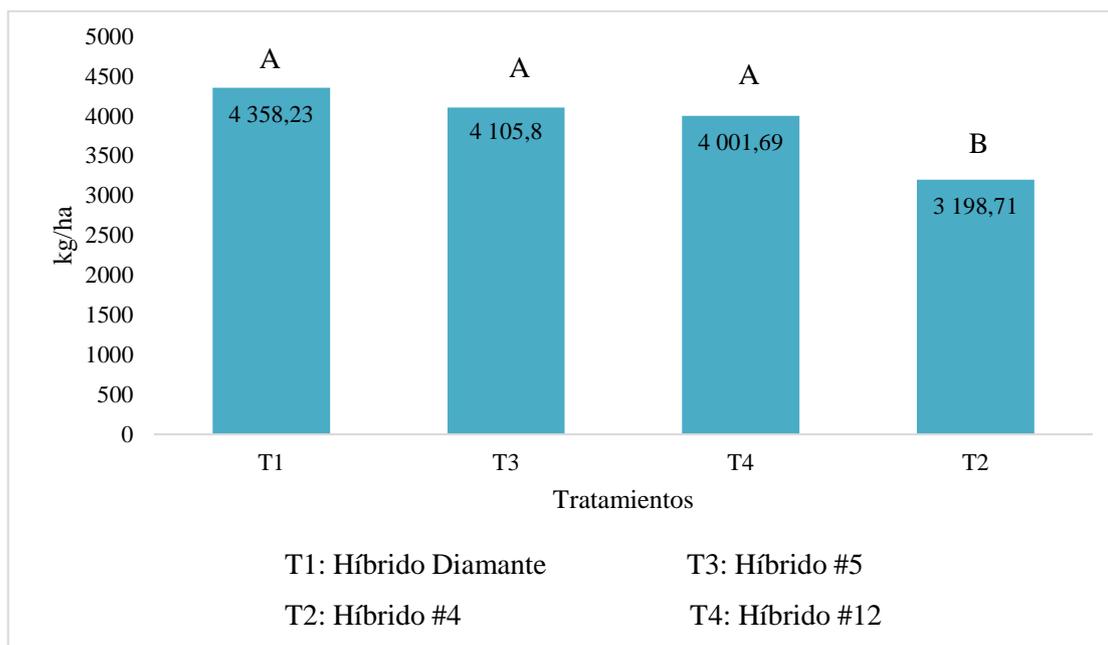


Ilustración 4-10. Rendimiento en Segunda Categoría kg/ha

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

4.1.11 Rendimiento en Tercera Categoría kg/ha

Según la Tabla 4-11, el análisis de varianza del rendimiento de tercera categoría en kg/ha, se encontró que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos (p -valor $<0,0001$), esto indica la influencia de los híbridos en el rendimiento de tercera categoría.

Tabla 4-11. ANOVA del Rendimiento en Tercera Categoría en kg/ha

Factor de Variación	Gl	p-valor	Significancia
Modelo	3	$<0,0001$	
Híbrido	3	$<0,0001$	**
Error	8		
Total	11		
CV	8,61		

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

En la Ilustración 4-11, se evidencia que el tratamiento T1 que presentó mayor rendimiento en tercera categoría, con una media de 3750,04 kg/ha. Mientras que, el tratamiento T2 presentó menores rendimientos, con una media de 456,6,71 kg/ha en la tercera categoría.

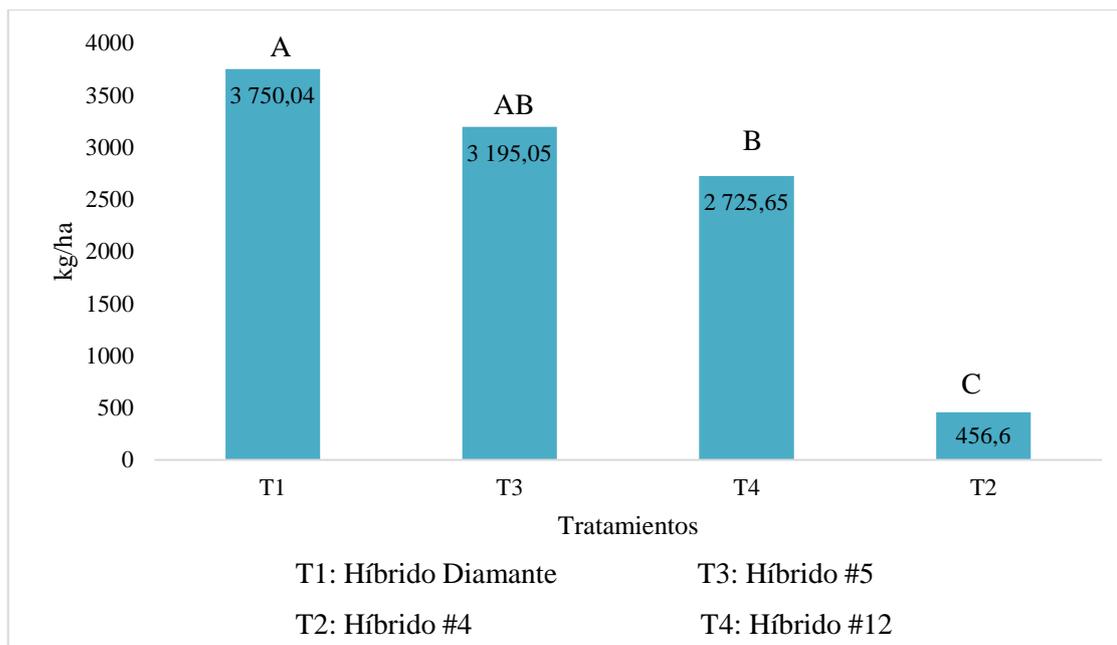


Ilustración 4-11. Rendimiento en Tercera Categoría kg/ha.

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

4.1.12 Rendimiento en Cuarta Categoría kg/ha

Según la Tabla 4-12, el análisis de varianza del rendimiento de cuarta categoría en kg/ha, se encontró que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos (p-valor <0,0001), esto indica la influencia de los híbridos en el rendimiento de cuarta categoría.

Tabla 4-12. ANOVA del Rendimiento en Cuarta Categoría en kg/ha

Factor de Variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	3	<0,0001	
Híbrido	3	<0,0001	**
Error	8		
Total	11		
CV	9,21		

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

En la Ilustración 4-12, se evidencia que tratamiento T2 presentó mayor rendimiento en cuarta categoría, con una media de 2892,2 kg/ha. Mientras que, el tratamiento T4 presentó menores rendimientos, con una media de 1457,01 kg/ha en la cuarta categoría, ubicándose en el grupo B, compartiendo similitud con el tratamiento T3.

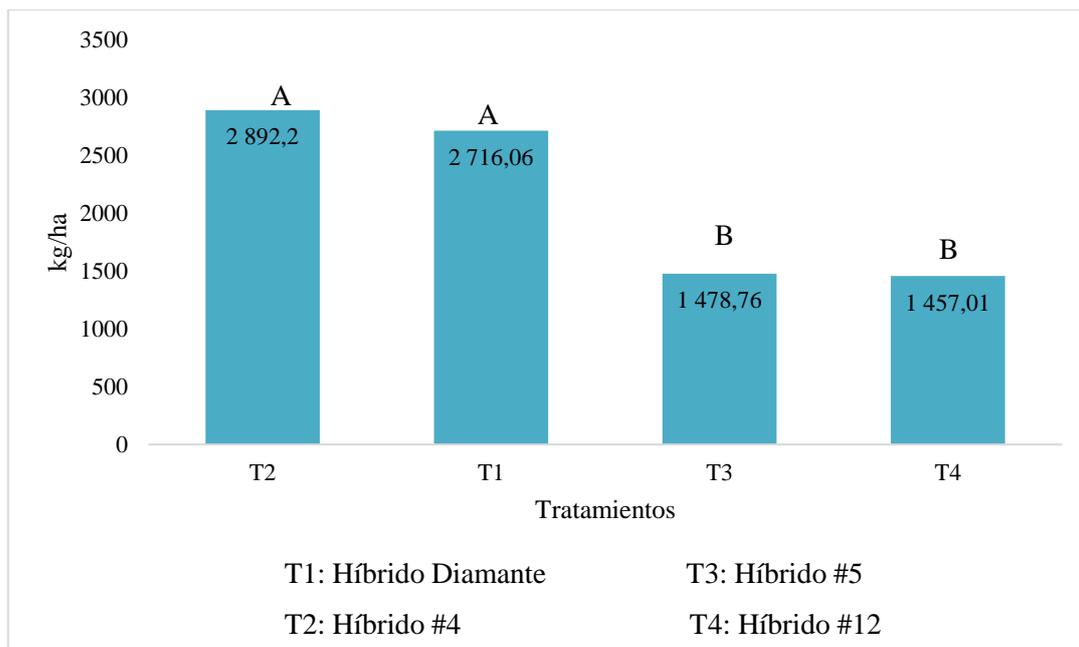


Ilustración 4-12. Rendimiento de Cuarta Categoría kg/ha

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

4.1.13 Rendimiento por planta g/planta

Según la Tabla 4-13, el análisis de varianza del rendimiento por planta (g/planta), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos (p -valor $<0,0001$), esto indica la influencia de los híbridos en el rendimiento por planta.

Tabla 4-13. ANOVA del Rendimiento por planta

Factor de Variación	gl	p-valor	Significancia
Modelo	3	$<0,0001$	
Híbrido	3	$<0,0001$	**
Error	8		
Total	11		
CV	2,4		

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

En la Ilustración 4-13, se evidencia que el tratamiento T1 presentó mayor rendimiento en gramos por planta, con una media de 754,01 g/planta. Mientras que, tratamiento T3 presentó menores rendimientos, con una media de 625,98 g/planta, ubicándose en el grupo C y compartiendo similitud con el Tratamiento T2.

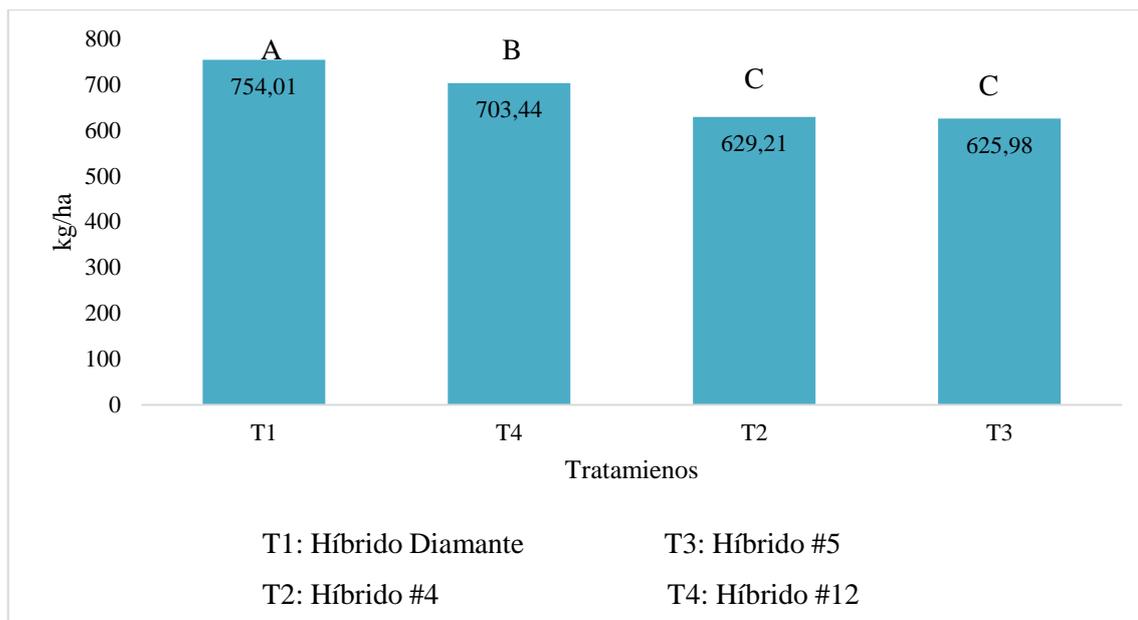


Ilustración 4-13. Rendimiento por planta g/planta

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

4.1.14 Análisis Económico

Según la tabla 4-14 se determinó que el mejor tratamiento fue T1 con un B/C de 1,40, seguido del tratamiento T2 con 1,26. Mientras que el tratamiento con menor B/C fue T4. El rendimiento es proporcional al rendimiento, debido a los costos de directos, operativos y de producción fueron iguales todos los tratamientos

Tabla 4-14. Análisis Económico de los tratamientos

Tratamiento	Descripción	B/C
T1	Diamante	1,40
T2	Hibrido #4	1,26
T3	Hibrido #5	1,13
T4	Hibrido #12	1,06

Realizado por: (Chisaguano, Jonathan, 2024)

4.2 Discusiones

4.2.1 Adaptabilidad y comportamiento agronómico

En las primeras etapas vegetativas del cultivo de tomate se observó que el Híbrido Diamante presentó un porcentaje de prendimiento mayor (73,33%), en comparación con los otros híbridos en estudio. Además, este híbrido presentó una altura menor a los primeros racimos, con un

promedio de 17,33 cm. Estos hallazgos similares a los resultados obtenidos por (Ortega, et al. 2022), con un valor de 18,3 cm en la variedad Pietro. Es importante destacar que el híbrido Diamante tiene su origen en la variedad Petro, lo que sugiere una relación genética que podría explicar estas similitudes en el comportamiento vegetativo. Estos resultados destacan la importancia de la selección genética y el desarrollo de híbridos para mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos de tomate en las primeras etapas de crecimiento.

En relación con la distancia entre racimos, se observó que el híbrido H5 presentó menor distancia entre racimos, con un promedio de 16,59 cm. Este resultado contrasta con hallazgos anteriores, como los presentados por (García, 2018), quien encontró que el híbrido Imperial F1 tenía un valor medio de 22,52 cm. Estos datos podrían deberse al hábito de crecimiento que presentan los híbridos estudiados. Según (Calvache, et al. 2014), los híbridos analizados poseen un hábito de crecimiento indeterminado, lo que podría influir en los valores característicos encontrados en el ensayo realizado. Estos resultados resaltan la importancia de comprender cómo el hábito de crecimiento de los híbridos puede afectar aspectos clave del desarrollo de la planta, como la distancia entre racimos, lo que tiene implicaciones significativas para la producción y la gestión del cultivo de tomate.

El híbrido Diamante, es el que presentó mayor número de flores por planta, con una media de 11 flores frente a los híbridos H5, H12 y H4, que presentaron un valor promedio de nueve flores por planta. Estos valores contrastan con los encontrados por (Mendoza, et al. 2023) donde se determinó que, en el desarrollo reproductivo de cuatro materiales de tomate, entre ellas Pietro, presentó precocidad a la fructificación pero no presentó valores significativos en el número de flores frente a los híbridos estudiados, Pietro obtuvo una media de 8 flores por planta en el momento de su cuantificación, determinándose como un híbrido que requiere mayor acumulación de temperatura para alcanzar su desarrollo óptimo. Esto se podría suponer al desarrollo de la biomasa que presentaron los híbridos en cuestión, debido a la poca información que se tiene al tratarse de nuevos híbridos en el Ecuador.

4.2.2 Rendimiento

En términos de rendimiento en kilogramos por hectárea, se observó que el híbrido Diamante exhibió un rendimiento superior, alcanzando los 23697,42 kg/ha. En contraste, los híbridos H12, H5 y H4 mostraron valores más bajos en rendimiento. Estos resultados contrastan con (Vera, et al. 2015), donde se determinó que el híbrido de tomate Miramar era el mejor, con un rendimiento medio de 43390 kg/ha. Se sugiere que esta discrepancia podría deberse a la falta de

adaptabilidad de las líneas estudiadas a las condiciones del suelo específicas del área de cultivo. Este hallazgo destaca la importancia de considerar factores como la adaptabilidad genética y la interacción suelo-planta para mejorar el rendimiento de los cultivos de tomate y maximizar la producción en sistemas agrícolas.

Según un estudio sobre la producción y comercialización del tomate riñón, realizado por (Valera, 2018), se encontró que el material más ampliamente utilizado es la variedad Pietro, con un promedio de rendimiento de 51740 kg/ha en la región de Imbabura, Ecuador. Esta alta preferencia por la variedad Pietro podría atribuirse a su adaptación a las condiciones específicas del clima y suelo en Ecuador. En consecuencia, las líneas de híbridos estudiadas, al ser nuevas, pueden carecer de información suficiente sobre su comportamiento en estas condiciones, lo que podría explicar las diferencias en el rendimiento observado en comparación con variedades establecidas y adaptadas como Pietro. Este hallazgo resalta la importancia de la adaptabilidad local en la selección de variedades de tomate para garantizar un rendimiento óptimo en diferentes regiones.

4.2.3 *Análisis Económico*

De acuerdo con los resultados obtenidos en relación costo/beneficio se encontró que el híbrido Diamante presentó una mejor relación de \$1,40. En contraste, un estudio realizado por (Aragón, 2019), determinó que, la línea Pietro alcanzó un costo beneficio de 1,68, con una utilidad de \$0,68 UDS. (Guamán, 2019), encontró que el Híbrido Pietro presentó mejor relación B/C debido a sus características y la aceptación en el mercado local. En la Sierra Ecuatoriana, donde se realiza a cabo el cultivo bajo invernadero los costos de inversión son altos, desde 4,80 USD hasta 4,50 / USD por ciclo de cultivo. A pesar de ello, el 70% de los productores mantienen una producción récord, lo que les permite tomar decisiones mas acetadas para reducir los costos de producción. Por lo tanto, es evidente que la rentabilidad está sujeta a la fluctuación del mercado y a la calidad del producto.

4.3 Conclusiones y recomendaciones

4.3.1 *Conclusiones*

El Híbrido DM en la actualidad es conocido como Diamante, sobresalió con mayor adaptabilidad en términos de características agronómicas, con un prendimiento del 73,33%, una altura del primer racimo de 17,33 cm, un diámetro del tallo de 31,19 mm, 11 flores por racimo

un cuajado de 8 frutos por racimo y presentar precocidad en los días a la cosecha de 101 días, en comparación con otros híbridos evaluados.

De la determinación de los cuatro híbridos en estudio, se seleccionó al híbrido diamante como el mejor híbrido debido a su excelente adaptabilidad a las condiciones climáticas y su alta productividad con 23 697 kg/ha, por lo cual, se convierte en una elección ideal para el agricultor

Finalmente, el híbrido Diamante produjo un mejor rendimiento con un beneficio/costo (B/C) óptimo de \$1,82, lo que representa un rendimiento de \$0,82 por cada dólar invertido.

4.3.2 Recomendaciones

Controlar la poda de chupones y manejo del tutorado en el híbrido Diamante, ya que es una técnica importante para obtener mejores rendimientos, además, realizar un monitoreo semanal de plagas y enfermedades.

Determinar las soluciones nutritivas para el híbrido Diamante que se podría aplicar vía drench con el objetivo de fortalecer y estimular el desarrollo de la raíz.

Antes de transparentar los cultivares es recomendable realizar una desinfección del suelo, para a futuro evitar problemas fitosanitarios como el damping off y la bacteria conocida comúnmente como mancha chocolate.

Para futuras investigaciones se recomienda que, en la etapa de fructificación, el riego sea constante durante 20 minutos al día para aumentar el tamaño del fruto.

BIBLIOGRAFÍA

1. **CABI.** *Bactericera cockerelli* de los cultivos de tomate, papa y pimiento. [En línea] 2020. [Consultado el: 10 de 01 de 2024.]. Disponible: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45643>
2. **OPENSTREETMAP.** Climate-Data.org, [En línea] 2021. [Consultado el: 10 de 01 de 2024.]. Disponible: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-chimborazo/riobamba-2973/>
3. **RIVERA, P.** TODO AGRO. [En línea] 2014. [Consultado el: 10 de 01 de 2024.]. Disponible: <https://www.todoagro.com.ec>
4. **ALPI, A., & TOGNONI, F.** *Cultivo en invernadero*. Ediciones Mundi-Prensa, 1991.
5. **RODRÍGUEZ, N. R.** *Mantenimiento y manejo de invernaderos*. AGAH0108. IC .2018.
6. **STADISTICA.** Obtenido de Ranking de las principales hortalizas en función del volumen de producción a nivel mundial en 2021: [En línea] 2021. [Consultado el: 10 de 01 de 2024.]. Disponible: <https://es.statista.com/estadisticas/1308589/ranking-de-las-hortalizas-mas-producidas-a-nivel-mundial/>
7. **MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA.** *fliphtml5.com*. Obtenido de Boletín Situacional del Cultivo de Tomate Riñón: [En línea] 2022. [Consultado el: 10 de 01 de 2024.]. Disponible: https://fliphtml5.com/ijia/kept/Bolet%C3%ADn_Situacional_Tomate_Ri%C3%B1%C3%B3n_2021/
8. **AGRO BAYER ECUADOR.** *Cultivos, Tomate*. [En línea] 2022. [Consultado el: 10 de 01 de 2024.]. Disponible: www.agro.bayer.ec: <https://www.agro.bayer.ec/es-ec/cultivos/tomate.html>
9. **FAO.** *El Cultivo de tomate con Buenas Prácticas Agrícolas en la Agricultura Urbana y Periurbana*. Argentina: FAO, 2013.
10. **GARCÍA, G.** *Identificación de algunos caracteres de importancia en líneas avanzadas de tomate (Solanum lycopersicum L.) para contribuir en la formación de nuevos cultivares*. Saltillo, Coahuila, Mexico, 2018.
11. **CALVACHE, D., et al.** *La identificación para el registro de variedades: examen técnico y descriptores morfológicos y moleculares*. En La obtención de variedades: desde la mejora clásica hasta la mejora genética molecular Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), 2014, págs. 159-185

12. **MENDOZA, C.**, et al. *Evaluación de cuatro híbridos de tomate (Solanum lycopersicum L.) en cultivo protegido en el cantón Santa Ana*. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 2023, pp. 61-65.
13. **VALERA, A.** *Estudio de la producción y comercialización del tomate riñón (lycopersicum esculentum) en el cantón Pimampiro, de la provincia de Imbabura*. Pimampiro, Imbabura: Universidad Técnica del Norte, 2018.
14. **GONZÁLES, P.** *Distribución geográfica de los tomates silvestres (Solanum L. sect. Lycopersicon (Mill.) Wettst.: Solanaceae)*. ARNALDOA, 2013, pp. 301 - 314.
15. **BLANCA, J., & CAÑIZARES, J.** La domesticación del tomate en América: un viaje de ida y vuelta: [En línea] 2022. [Consultado el: 10 de 01 de 2024.]. Disponible en: <https://theconversation.com/la-domesticacion-del-tomate-en-america-un-viaje-de-ida-y-vuelta-174844>
16. **NAGAR, M., & MEKAWI, E.** *Evaluation of Some Biochemical Properties in Different Tomato Genotypes Obtained From Tissue Culture Technique*. GJRA - GLOBAL JOURNAL FOR RESEARCH ANALYSIS, 4(9), 2015, pp. 189-193.
17. **ZAMORA, D.**, et al. *Producción de tomate (Solanum lycopersicum L.) bajo riego con agua magnetizada en casa de cultivo protegido*. Revista Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba, 1, 2019, pp.60-74.
18. **ORTEGA, G. et al.** *Evaluación y selección de híbridos de toma2te Solanum lycopersicum L. (Mill.) en Puerto la Boca.*, Journal of the Selva Andina Biosphere, 1(10), 2012, pp. 21-31.
19. **VERA, H., V, et al.** *Efecto de poda en tallo en el rendimiento del híbrido de tomate Miramar F1*. Revista EspamCiencia, 6(2), 2015, pp. 71-75.
20. **GUAMÁN, J.** *Análisis de la producción del tomate riñón (Solanum lycopersicum) bajo invernadero en la cabecera cantonal de Pimampiro, Provincia de Imbabura*. Espejo, Carchi: Universidad Técnica de Babahoyo, 2019.
21. **ARAGÓN, J.** *Determinación del rendimiento económico del cultivo de tomate riñón (Solanum lycopersicum L.) bajo invernadero, en el sector de Pilchibuela, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura*, El Angel, Carchi: Universidad Técnica de Babahoyo. 2019.
22. **EOS DATA ANALYTICS.** *Etapas De Crecimiento De Las Plantas: Rol Y Funciones:* [En línea] 2022. [Consultado el: 10 de 01 de 2024.]. Disponible en: <https://eos.com/es/blog/etapas-de-crecimiento-de-una-planta/>

23. **DORIA, J.** *Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento.* Cultivos Tropicales, 31(1), 2010, pp. 74-85.
24. **GUÍA DEL AGRICULTOR.** Obtenido de Producción orgánica y sustentable de plántulas: una guía para agricultores principiantes de cultivos especializados: [En línea] 2022. [Consultado el: 10 de 01 de 2024.]. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://agroeology.ucsc.edu/about/publications/gu%25C3%25ADas-de-agricultor/pdf-en-espanol/plantulas.pdf&ved=2ahUKEwjDvuLTg5eFAxVimbAFHRsOBzYQFnoECCwQAQ&usg=AOvVaw1TdsxDd_fc2EfRcG_JAZF_
25. **CONGOPE.** *Hablemos de riego.* Quito: El Telégrafo EP, 2016.
26. **DANE.** *El cultivo del tomate de mesa bajo invernadero, tecnología que ofrece mayor producción, calidad e inocuidad del producto.* EDANE (1), Colombia, 2014.
27. **PAREDES, A.** *Manual del Cultivo de Tomate en invernadero.* Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Colombia, 2019.
28. **SEIFRIT, D.** Fundamentos para la poda. [En línea] 2023. [Consultado el: 10 de 01 de 2024.]. Disponible en: <https://extension.psu.edu/fundamentos-para-la-poda>

5.



ANEXOS

ANEXO A: Prendimiento, Al tura del primer racimo y altura de la planta (30DDT)

Repetición	Hibrido	Prendimiento	Racimo Altura	Altura Planta
1	DM	70	17,625	15,32
1	H4	69	18,625	14,50
1	H5	69	18,5	15,25
1	H12	70	18,375	15,63
2	DM	75	17,2	15,75
2	H4	65	18,125	15,25
2	H5	72	18,5	14,38
2	H12	72	17,75	15,25
3	DM	75	17,15	14,11
3	H4	66	18	15,56
3	H5	74	18,55556	14,78
3	H12	71	18,33333	15,89

ANEXO B :Número de flores por racimo, diámetro del tallo y número de Frutos por racimo

Repetición	Hibrido	Flores	Diámetro Tallo	Número Frutos
1	DM	10,9	30,50	8,0
1	H4	9,8	28,75	7,5
1	H5	9,8	32,00	6,7
1	H12	9,6	27,13	6,7
2	DM	11,4	31,38	7,4
2	H4	9,4	28,25	7,4
2	H5	9,8	30,13	6,3
2	H12	9,2	26,75	7,5
3	DM	10,7	31,50	8,0
3	H4	9,2	27,78	6,4
3	H5	9,7	31,44	6,2
3	H12	9,9	28,33	6,5

ANEXO C : Distancia entre racimo, días ala cosecha DDT, Diámetro de los frutos

Repetición	Hibrido	Dista entre racimo	Cosecha DDT	Diámetro
1	DM	17,38	104,1	7,74
1	H4	18,40	110,1	8,36
1	H5	16,71	109,8	7,61
1	H12	17,91	102,9	8,12
2	DM	19,43	100,4	7,95
2	H4	18,80	108,5	8,86
2	H5	16,97	104,9	7,54
2	H12	18,25	104,5	8,40
3	DM	18,56	101,0	7,83
3	H4	17,33	112,3	8,87
3	H5	16,10	105,1	7,61
3	H12	18,16	106,0	7,27

ANEXO D : Rendimiento por categoría, Kg/ha y g/planta

Repetición	Hibrido	Kg/ha	I categoría	II categoría	III categoría	IV categoría	g/planta
1	DM	23647,5	9737,5	4478,1	3687,8	2532,7	752,4
1	H4	17453,9	8879,9	3203,5	251,8	2748,5	610,9
1	H5	18897,0	7633,8	4010,6	3136,3	1550,1	615,3
1	H12	20875,8	10126,9	3976,8	2468,7	1468,4	686,1
2	DM	23902,0	9851,9	4242,0	3907,9	2654,3	760,5
2	H4	18214,3	9104,7	2956,6	682,5	2997,0	637,5
2	H5	18802,1	7952,6	3763,7	2959,0	1573,5	612,2
2	H12	21378,6	10221,5	3729,8	2810,9	1713,1	702,6
3	DM	23542,7	9375,4	4354,6	3654,4	2961,1	749,1
3	H4	18264,3	8981,2	3436,0	435,6	2931,1	639,3
3	H5	19980,1	7921,0	4543,1	3489,9	1312,8	650,5
3	H12	21959,2	10591,9	4298,5	2897,3	1189,5	721,7

ANEXO E :Costo de producción por hectárea del híbrido Diamante

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)	%
Preparación del suelo					
Arado	hora	3	15	45,00	
Rastra	hora	2	15	30,00	
SUBTOTAL				75,00	0,44
Sistemas y Infraestructura					
Invernadero	m2	6	10000	4000,00	
Sistema de Riego	m2	4	10000	2666,67	
SUBTOTAL				6666,67	39,29
Fertilizantes					
2-37-29+ ME	kg	185,0	3,5	647,50	
2-17-29 +ME	kg	450,0	3,5	1575,00	
Nitrato de Calcio	kg	185,0	2,3	425,50	
Enraizante	lt	5,0	10,0	50,00	
CaB	lt	5,0	6,8	33,75	
Bmix	lt	5,0	6,6	32,75	
Mano de obra	Jornal	5,0	15,0	75,00	
SUBTOTAL				2839,50	16,73
TRASPLANTE					
Plántulas	unidad	20000	0,14	2800,00	
Mano de obra	Jornal	10	15	150,00	
SUBTOTAL				2950,00	17,38
Controles Fitosanitarios					
Abamectina	cc	1000	0,027	27,00	
Alfa-cipermetrina	cc	1000	0,022	22,00	
Clorotalonil	cc	1000	0,022	22,00	
Clorpirifos	cc	1000	0,022	22,00	
Cloruro de benzalconio	cc	4000	0,035	140,00	
Fijador y corrector de pH	cc	700	0,014	9,80	
Metalaxil+Mancozeb	gr	1000	0,014	14,00	
Piriproxyfen	cc	1000	0,024	24,00	
Sulfato de cobre	kilos	100	1,8	180	
Mano de obra	Jornal	6	15	90,00	
SUBTOTAL				550,80	3,25
Labores culturales					
Elaboración de camas	hora	3	15	45,00	
Tutorado	Jornal	10	15	150,00	
Piola	Rollo	100	7	700,00	
Deschuponado	Jornal	10	15	150,00	
Deshierba	Jornal	10	15	150,00	

Tutorado	Jornal	10	15	150,00	
SUBTOTAL				1345,00	7,93
Cosecha					
Mano de obra	Jornal	30	10	300,00	
Cajas	Cajas	1000	0,4	400,00	
Transporte	Viaje	12	25	300,00	
SUBTOTAL				1000,00	5,89
TOTAL				15426,97	
Imprevistos 10%				1542,70	9,09
GRAN TOTAL				16969,66	60,71

TOTAL INGRESO BRUTO 23697,42

BENEFICIO COSTO	
INGRESO TOTAL	23.697,42
COSTO TOTAL	16.969,66
BENEFICIO/COSTO	1,40

RENTABILIDAD	39,65	%
---------------------	--------------	----------

ANEXO F : Costo de producción por hectárea del híbrido (H4)

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)	%
Preparación del suelo					
Arado	hora	3	15	45,00	
Rastra	hora	2	15	30,00	
SUBTOTAL				75,00	0,44
Sistemas y Infraestructura					
Invernadero	m2	6	10000	4000,00	
Sistema de Riego	m2	4	10000	2666,67	
SUBTOTAL				6666,67	39,29
Fertilizantes					
2-37-29+ ME	kg	185,0	3,5	647,50	
2-17-29 +ME	kg	450,0	3,5	1575,00	
Nitrato de Calcio	kg	185,0	2,3	425,50	
Enraizante	lt	5,0	10,0	50,00	
CaB	lt	5,0	6,8	33,75	
Bmix	lt	5,0	6,6	32,75	
Mano de obra	Jornal	5,0	15,0	75,00	
SUBTOTAL				2839,50	16,73
TRASPLANTE					
Plantulas	unidad	20000	0,14	2800,00	
Mano de obra	Jornal	10	15	150,00	
SUBTOTAL				2950,00	17,38
Controles Fitosanitarios					
Abamectina	cc	1000	0,027	27,00	
Alfa-cipermetrina	cc	1000	0,022	22,00	
Clorotalonil	cc	1000	0,022	22,00	
Clorpirifos	cc	1000	0,022	22,00	
Cloruro de benzalconio	cc	4000	0,035	140,00	
Fijador y corrector de pH	cc	700	0,014	9,80	
Metalaxil+Mancozeb	gr	1000	0,014	14,00	
Piriproxyfen	cc	1000	0,024	24,00	
Sulfato de cobre	kilos	100	1,8	180	
Mano de obra	Jornal	6	15	90,00	
SUBTOTAL				550,80	3,25
Labores culturales					
Elaboracion de camas	hora	3	15	45,00	
Tutorado	Jornal	10	15	150,00	
Piola	Rollo	100	7	700,00	
Deschuponado	Jornal	10	15	150,00	
Deshierba	Jornal	10	15	150,00	

Tutorado	Jornal	10	15	150,00	
SUBTOTAL				1345,00	7,93
Cosecha					
Mano de obra	Jornal	30	10	300,00	
Cajas	Cajas	1000	0,4	400,00	
Transporte	Viaje	12	25	300,00	
SUBTOTAL				1000,00	5,89
TOTAL				1542,97	
Imprevistos 10%				154,27	9,09
GRAN TOTAL				1696,66	60,71

TOTAL INGRESO BRUTO 21404,55

BENEFICIO COSTO	
INGRESO TOTAL	21.404,55
COSTO TOTAL	16.969,66
BENEFICIO/COSTO	1,26

RENTABILIDAD	26,13	%
---------------------	--------------	----------

ANEXO G : Costo de producción por hectárea del híbrido (H5)

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)	%
Preparación del suelo					
Arado	hora	3	15	45,00	
Rastra	hora	2	15	30,00	
SUBTOTAL				75,00	0,44
Sistemas y Infraestructura					
Invernadero	m2	6	10000	4000,00	
Sistema de Riego	m2	4	10000	2666,67	
SUBTOTAL				6666,67	39,29
Fertilizantes					
2-37-29+ ME	kg	185,0	3,5	647,50	
2-17-29 +ME	kg	450,0	3,5	1575,00	
Nitrato de Calcio	kg	185,0	2,3	425,50	
Enraizante	lt	5,0	10,0	50,00	
CaB	lt	5,0	6,8	33,75	
Bmix	lt	5,0	6,6	32,75	
Mano de obra	Jornal	5,0	15,0	75,00	
SUBTOTAL				2839,50	16,73
TRASPLANTE					
Plantulas	unidad	20000	0,14	2800,00	
Mano de obra	Jornal	10	15	150,00	
SUBTOTAL				2950,00	17,38
Controles Fitosanitarios					
Abamectina	cc	1000	0,027	27,00	
Alfa-cipermetrina	cc	1000	0,022	22,00	
Clorotalonil	cc	1000	0,022	22,00	
Clorpirifos	cc	1000	0,022	22,00	
Cloruro de benzalconio	cc	4000	0,035	140,00	
Fijador y corrector de pH	cc	700	0,014	9,80	
Metalaxil+Mancozeb	gr	1000	0,014	14,00	
Piriproxyfen	cc	1000	0,024	24,00	
Sulfato de cobre	kilos	100	1,8	180	
Mano de obra	Jornal	6	15	90,00	
SUBTOTAL				550,80	3,25
Labores culturales					
Elaboracion de camas	hora	3	15	45,00	
Tutorado	Jornal	10	15	150,00	
Piola	Rollo	100	7	700,00	
Deschuponado	Jornal	10	15	150,00	
Deshierba	Jornal	10	15	150,00	

Tutorado	Jornal	10	15	150,00	
SUBTOTAL				1345,00	7,93
Cosecha					
Mano de obra	Jornal	30	10	300,00	
Cajas	Cajas	1000	0,4	400,00	
Transporte	Viaje	12	25	300,00	
SUBTOTAL				1000,00	5,89
TOTAL				1542,97	
Imprevistos 10%				154,70	9,09
GRAN TOTAL				1696,66	60,71

TOTAL INGRESO BRUTO 19226,41

BENEFICIO COSTO	
INGRESO TOTAL	19.226,41
COSTO TOTAL	16.969,66
BENEFICIO/COSTO	1,13

RENTABILIDAD	13,30	%
---------------------	--------------	----------

ANEXO H : Costo de producción por hectárea del híbrido (H12)

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (USD)	P. TOTAL (USD)	%
Preparación del suelo					
Arado	hora	3	15	45,00	
Rastra	hora	2	15	30,00	
SUBTOTAL				75,00	0,44
Sistemas y Infraestructura					
Invernadero	m2	6	10000	4000,00	
Sistema de Riego	m2	4	10000	2666,67	
SUBTOTAL				6666,67	39,29
Fertilizantes					
2-37-29+ ME	kg	185,0	3,5	647,50	
2-17-29 +ME	kg	450,0	3,5	1575,00	
Nitrato de Calcio	kg	185,0	2,3	425,50	
Enraizante	lt	5,0	10,0	50,00	
CaB	lt	5,0	6,8	33,75	
Bmix	lt	5,0	6,6	32,75	
Mano de obra	Jornal	5,0	15,0	75,00	
SUBTOTAL				2839,50	16,73
TRASPLANTE					
Plantulas	unidad	20000	0,14	2800,00	
Mano de obra	Jornal	10	15	150,00	
SUBTOTAL				2950,00	17,38
Controles Fitosanitarios					
Abamectina	cc	1000	0,027	27,00	
Alfa-cipermetrina	cc	1000	0,022	22,00	
Clorotalonil	cc	1000	0,022	22,00	
Clorpirifos	cc	1000	0,022	22,00	
Cloruro de benzalconio	cc	4000	0,035	140,00	
Fijador y corrector de pH	cc	700	0,014	9,80	
Metalaxil+Mancozeb	gr	1000	0,014	14,00	
Piriproxyfen	cc	1000	0,024	24,00	
Sulfato de cobre	kilos	100	1,8	180	
Mano de obra	Jornal	6	15	90,00	
SUBTOTAL				550,80	3,25
Labores culturales					
Elaboracion de camas	hora	3	15	45,00	
Tutorado	Jornal	10	15	150,00	
Piola	Rollo	100	7	700,00	
Deschuponado	Jornal	10	15	150,00	
Deshierba	Jornal	10	15	150,00	

Tutorado	Jornal	10	15	150,00	
SUBTOTAL				1345,00	7,93
Cosecha					
Mano de obra	Jornal	30	10	300,00	
Cajas	Cajas	1000	0,4	400,00	
Transporte	Viaje	12	25	300,00	
SUBTOTAL				1000,00	5,89
TOTAL				15426,97	
Imprevistos 10%				1542,70	9,09
GRAN TOTAL				16969,66	60,71

TOTAL INGRESO BRUTO 17977,52

BENEFICIO COSTO	
INGRESO TOTAL	17.977,52
COSTO TOTAL	16.969,66
BENEFICIO/COSTO	1,06

RENTABILIDAD	5,94	%
---------------------	-------------	----------



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 15 / 07 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Jonathan Bryan Chisaguano Chisaguano
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Agronomía
Título a optar: Ingeniera Agrónomo
<div style="text-align: center;"> Ing. Daniel Arturo Roman Robalino MSc. Director del Trabajo de Titulación</div> <div style="text-align: center;"> Ing. Cristian Santiago Tapia Ramirez MSc. Asesora del Trabajo de Titulación</div>