



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Título:**

---

**“EFECTO DEL DÉFICIT HÍDRICO EN EL COMPORTAMIENTO  
EN POSTCOSECHA EN TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum*)  
CAMPUS CEASA 2022.”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de

Ingeniero Agrónomo

**Autor:**

Sánchez Caiza Juan Fernando

**Tutora:**

Parra Gallardo Giovana Paulina, Ing. Mg.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Juan Fernando Sánchez Caiza, con cédula de ciudadanía No. 1727655456, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Efecto del déficit hídrico en el comportamiento en postcosecha en tomate riñón (*Solanum Lycopersicum*) CAMPUS CEASA 2022”, siendo el Ingeniera Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 29 de agosto del 2022

Juan Fernando Sánchez Caiza  
Estudiante  
CC: 17276554556

Ing. Giovanna Parra Gallardo, Mg.  
Docente Tutora  
CC: 1802267035

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **SÁNCHEZ CAIZA JUAN FERNANDO**, identificado con cédula de ciudadanía **1727655456** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Efecto del déficit hídrico en el comportamiento en postcosecha en tomate de riñón (*Solanum Lycopersicum*) CAMPUS CEASA 2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2017 - Agosto 2017

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutor: Ingeniero Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo.

Tema: “Efecto del déficit hídrico en el comportamiento en postcosecha en tomate de riñón (*Solanum Lycopersicum*) CEASA 2022”

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 29 días del mes de agosto del 2022.

Juan Fernando Sánchez Caiza  
**EL CEDENTE**

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, PhD.  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

**“EFECTO DEL DÉFICIT HÍDRICO EN EL COMPORTAMIENTO POSTCOSECHA EN TOMATE DE RIÑÓN (*Solanum Lycopersicum*) CEASA 2022”**, de Sánchez Caiza Juan Fernando, de la carrera de Ingeniería Agrónoma, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 29 de agosto del 2022

Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo, Mg.

**DOCENTE TUTOR**

CC: 1802267037

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Sánchez Caiza Juan Fernando, con el título del Proyecto de Investigación: “Efecto del déficit hídrico en el comportamiento postcosecha en tomate de riñón (*Solanum Lycopersicum*)”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 29 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)  
Ing. Marco Antonio Rivera, Mg.  
CC: 0501518955

Lector 2  
M.Sc. Marcela Morillo Acosta.  
CC: 1719994392

Lector 3  
Ing. Guido Yauli Chicaiza, Mg.  
CC: 0501604409

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a Dios por darme la fuerza para poder continuar en este proceso de obtener uno de mis grandes a mis padres y hermanos por su amor, trabajo y sacrificio que hicieron durante todo este tiempo ya que sin ellos nada de esto hubiese sido posible ya que gracias a su apoyo y a sus sabios consejos logre cumplir este sueño.

Juan Fernando Sánchez Caiza

## **DEDICATORIA**

A mis hermanos por estar siempre presentes acompañándome y por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

Juan Fernando Sánchez Caiza



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “EFECTO DEL DÉFICIT HÍDRICO EN EL COMPORTAMIENTO EN POSTCOSECHA EN TOMATE RIÑÓN (*Solanum Lycopersicum*) CAMPUS CEASA 2022.”**

**AUTOR:** Sánchez Caiza Juan Fernando

**RESUMEN**

El cultivo comercial de tomate requiere mucha agua durante todo su ciclo productivo, siendo susceptible al estrés hídrico sin una frecuencia de riego adecuada. En la presente investigación se evaluó el efecto del déficit hídrico en el comportamiento postcosecha del tomate comparando cuatro frecuencias de riego (diario y, pasando 1; 2; y 3 días) y tres suspensiones de riego (sin déficit; 3 días, y 5 días antes de la cosecha) en dos índices de color (Tornado y Rosa) y su efecto sobre propiedades químicas y organolépticas. Se realizó trabajo de campo en un invernadero del sector Guitig Bajo en la ciudad de Machachi, y se evaluó las propiedades en laboratorio en un total de 720 tomates a los 2, 9 y 14 días de cosechado. Adicionalmente se cuantificó el número de tomates que presentaron alguna enfermedad o fisiopatía. Los resultados mostraron que la frecuencia de riego “diario” generó una mayor pérdida de peso en todos los tiempos de evaluación (2,68gr [2 días]; 6,79 [9 días]; 9,47 [14 días]). La frecuencia de riego “pasando 2 días” generó una mayor firmeza (2,68Nw/Kg [2 días]; 3,23 [14 días]), la frecuencia “pasando 1 día” lo fue para pH (4,28 [2 días]; 4,27 [9 días]; 4,42 [14 días]), mientras que la frecuencia de riego “pasando 2 días” lo fue para sólidos solubles excepto a los 2 días, y los 14 días para cenizas totales. La suspensión de riego “sin déficit hídrico” generó una mayor pérdida de peso entre 9 a 14 días (6,54 gr) y entre 2 a 14 días (8,83 gr), y un mayor pH en todos los tiempos de evaluación (4,25 [2 días]; 4,23 [9 días]; 4,41 [14 días]). La suspensión “5 días antes de la cosecha” provocó una mayor firmeza del tomate a los 2 días (3,34 Nw/Kg) y 9 días (3,18 Nw/Kg), y mayor cantidad de sólidos solubles a los 9 (4,96 brix) y 14 días (4,20 brix), mientras que la suspensión “3 días antes de la cosecha” generó mayor firmeza a los 2 (3,34 Nw/Kg) y 9 días (3,18 Nw/Kg), y la suspensión “5 días antes de la cosecha” a los 14 días (2,98 Nw/Kg) de cosechado. Para cenizas totales no se evidenció ningún efecto significativo de ninguna de las variables. Se concluyó que el mejor índice de cosecha fue el color “Tornado” con el fin de obtener un tomate con mayor firmeza, mayor pH, y mayor cantidad de sólidos solubles. La presencia de enfermedades fue baja con un promedio de 1 por cada 10 tomates evaluados. Este estudio recomienda un programa adecuado de manejo del riego en el tomate, sugiriendo regar diariamente durante 10 minutos, con suspensión de riego cada 3 días si se desea una menor pérdida de peso, o cada 5 días si se desea una mayor firmeza, dependiendo las necesidades del agricultor y del consumidor.

**Palabras clave:** frecuencia de riego, fisiopatías, propiedades organolépticas, condiciones controladas, suspensión de riego.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES**

**TITLE:**"EFFECT OF WATER DEFICIT ON POSTHARVEST BEHAVIOR IN TOMATO KIDNEY (*Solanum Lycopersicum*) CAMPUS CEASA 2022."

**AUTHOR:** Sánchez Caiza Juan Fernando.

**ABSTRACT**

Commercial tomato cultivation requires a lot of water throughout its production cycle, being susceptible to water stress without adequate irrigation frequency. In the present investigation, the effect of water deficit on tomato postharvest behavior was evaluated by comparing four irrigation frequencies (daily and, passing 1; 2; and 3 days) and three irrigation suspensions (without deficit; 3 days, and 5 days). before harvest) in two color indices (Tornado and Rosa) and its effect on chemical and organoleptic properties. Field work was carried out in a greenhouse in the Guitig Bajo sector in the city of Machachi, and the properties were evaluated in the laboratory in a total of 720 tomatoes at 2, 9 and 14 days after harvest. Additionally, the number of tomatoes that presented some disease or physiopathy was quantified. The results showed that the "daily" irrigation frequency generated a greater weight loss at all evaluation times (2.68gr [2 days]; 6.79 [9 days]; 9.47 [14 days]). The irrigation frequency "after 2 days" generated greater firmness (2.68Nw/Kg [2 days]; 3.23 [14 days]), the frequency "after 1 day" was for pH (4.28 [2 days]; 4.27 [9 days]; 4.42 [14 days]), while the irrigation frequency "after 2 days" was for soluble solids except after 2 days, and 14 days for total ashes. The irrigation suspension "without water deficit" generated a greater weight loss between 9 to 14 days (6.54 gr) and between 2 to 14 days (8.83 gr), and a higher pH at all evaluation times ( 4.25 [2 days], 4.23 [9 days], 4.41 [14 days]). The suspension "5 days before harvest" caused greater tomato firmness at 2 days (3.34 Nw/Kg) and 9 days (3.18 Nw/Kg), and a greater amount of soluble solids at 9 ( 4.96 brix) and 14 days (4.20 brix), while the suspension "3 days before harvest" generated greater firmness at 2 (3.34 Nw/Kg) and 9 days (3.18 Nw/ Kg), and the suspension "5 days before harvest" at 14 days (2.98 Nw/Kg) after harvest. For total ashes, no significant effect of any of the variables was evidenced. It was concluded that the best harvest index was the color "Tornado" in order to obtain a tomato with greater firmness, higher pH, and greater amount of soluble solids. The presence of diseases was low with an average of 1 for every 10 tomatoes evaluated. This study recommends an adequate irrigation management program for tomato, suggesting daily irrigation for 10 minutes, with suspension of irrigation every 3 days if less weight loss is desired, or every 5 days if greater firmness is desired, depending on the conditions, farmer and consumer needs.

**Keywords:** frequency of irrigation, physiopathies, organoleptic properties, controlled conditions, suspension of irrigation.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	4
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	5
5. OBJETIVOS.....	6
5.1. Objetivo General.....	6
5.2. Objetivos Específicos.....	6
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS.....	7
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA.....	9
7.1. Agua .....	9
7.2. Riego.....	9
7.3. Déficit hídrico.....	11
7.4. Tomate riñón .....	13
8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS.....	22

9.	METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL.....	23
9.1.	Metodología .....	23
9.2.	Diseño experimental .....	27
9.3.	Análisis estadístico .....	33
9.4.	Operacionalización de las variables .....	33
9.5.	Fase de laboratorio e indicadores a evaluar .....	34
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	37
10.1.	Variación de pérdida de peso de tomate a diferentes días de cosechado .....	37
10.2.	Incidencia de enfermedades y fisiopatías del tomate a diferentes días de cosechado.....	42
10.3.	Variación de la variable firmeza a diferentes días de cosechado. ....	49
10.4.	Variación de pH a diferentes días de cosechado.....	54
10.5.	Variación de sólidos solubles a diferentes días de cosechado .....	59
10.6.	Variación de humedad totales a diferentes días de cosechado.....	63
10.7.	Variación de las cenizas totales a diferentes días de cosechado .....	66
11.	IMPACTOS.....	70
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
13.	REFERENCIAS .....	74
14.	ANEXOS .....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Actividades y sistema de tareas de acuerdo con objetivos. ....	7
<b>Tabla 2</b> Clasificación del tomate por color.....	17
<b>Tabla 3</b> Parámetros ambientales de transporte .....	18
<b>Tabla 4</b> Dimensiones del terreno y camas, y número de plantas.....	24
<b>Tabla 5</b> Factores de estudio y tratamientos .....	29
<b>Tabla 6</b> Fuentes de varianza y grados de libertad .....	33
<b>Tabla 7:</b> Operacionalización de las variables .....	34
<b>Tabla 8</b> :ADEVA para la pérdida de peso(gr) de tomate entre diferentes días de cosechado.	38
<b>Tabla 9:</b> Prueba de Tukey (5%) para la pérdida de peso de tomate a diferentes días de cosechado .....	40
<b>Tabla 10:</b> ADEVA para % incidencia de plagas y enfermedades de tomate a diferentes días de cosechado.....	44
<b>Tabla 11:</b> Prueba de Tukey (5%) para fisiopatía de tomate a diferentes días de cosechado ..	46
<b>Tabla 12:</b> ADEVA para la variable firmeza de tomate a diferentes días de cosechado.....	50
<b>Tabla 13:</b> Prueba de Tukey (5%) para la variable firmeza de tomate a diferentes días de cosechado. ....	51
<b>Tabla 14:</b> ADEVA para la variable pH de tomate a diferentes días de cosechado.....	55
<b>Tabla 15</b> Test de Tukey (5%) para la variable pH en diferentes días de cosechado .....	57
<b>Tabla 16</b> ADEVA para la variable sólidos solubles de tomate a diferentes días de cosechado	60
<b>Tabla 17.</b> Test de Tukey (5%) para la variable sólidos solubles a diferentes días de cosechado .....	62
<b>Tabla 18:</b> Variación de humedad totales a diferentes días de cosechado. ....	64
<b>Tabla 19</b> Prueba de Tukey (5%) para la variable Humedad a diferentes días de cosechado..	65
<b>Tabla 20:</b> ADEVA para la variable cenizas totales de tomate a diferentes días de cosechado .....	67
<b>Tabla 21:</b> Test de Tukey (5%) para la variable cenizas a diferentes días de cosechado. ....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Diseño experimental por parcelas divididas .....	31
<b>Figura 2:</b> Pérdida de peso promedio a diferentes días de evaluación después de la cosecha .	41
<b>Figura 3:</b> Evaluación de tratamientos del porcentaje de tomates con fisiopatías a diferentes días de cosechado.....	47
<b>Figura 4:</b> Firmeza promedio a diferentes días de evaluación después de la cosecha.....	52
<b>Figura 5:</b> PH promedio a diferentes días de evaluación después de la cosecha .....	58
<b>Figura 6:</b> Cantidad promedio de sólidos solubles a diferentes días de evaluación después de la cosecha. ....	63
<b>Figura 7:</b> Cantidad promedio de humedad a diferentes días de evaluación después de la cosecha .....	65
<b>Figura 8:</b> Cantidad promedio de cenizas a diferentes días de evaluación después de la cosecha .....	69

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Elaboración de camas .....	82
<b>Anexo 2.</b> Instalación sistema de riego .....	82
<b>Anexo 3.</b> Instalación de mangueras de riego por goteo. ....	83
<b>Anexo 4.</b> Siembra de plántulas .....	83
<b>Anexo 5.</b> Riego de agua por goteo .....	84
<b>Anexo 6.</b> Tutorado .....	84
<b>Anexo 7.</b> Implementación de diseño experimental en laboratorio de postcosecha. ....	84
<b>Anexo 8.</b> Rotulado de tratamientos. ....	85
<b>Anexo 9.</b> Toma de datos peso del tomate .....	85
<b>Anexo 10.</b> Medición de pH.....	86
<b>Anexo 11.</b> Elaboración de moldes de papel aluminio.....	86
<b>Anexo 12.</b> Toma de datos solidos solubles .....	87
<b>Anexo 13.</b> Secado de muestras en estufa de laboratorio .....	87
<b>Anexo 14.</b> Aval de traducción.....	88

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

“Efecto del déficit hídrico en el comportamiento en postcosecha en tomate riñón Campus CEASA 2022.”

### **Lugar de ejecución.**

El sitio de estudio donde se llevó a cabo la fase de campo es un invernadero que está ubicado en la ciudad de Machachi, barrio Guitig Bajo, sector Santa Teresita, cantón Mejía provincia de Pichincha en las coordenadas (-0.5; -78.55). Mientras que la fase de laboratorio se ejecutó en la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), laboratorio de Postcosecha, Av. Simón Rodríguez, sector Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

### **Facultad académica que auspicia**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

### **Carrera que auspicia**

Carrera de Agronomía

### **Nombres de equipo de investigadores**

Tutora: Ing. Mg. Giovana P. Parra G.

Autor: Juan Sánchez

### **Área de Conocimiento.**

Agricultura

### **Línea de investigación:**

Desarrollo y Seguridad Alimentaria, y Procesos industriales

### **Proyecto**

Investigación formativa Manejo de postcosecha



## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El riego en la agricultura consume el 70% del agua disponible en el mundo (Andrade, 2016). Dos tercios del agua de riego se pierde por riego en campo y escorrentía, y el 30% restante en postcosecha y transporte (Pulver, 2014). El cultivo comercial de tomate es una actividad agrícola que requiere mucha agua durante todo su ciclo productivo, siendo muy susceptible al estrés hídrico (Tomalá, 2017). Según estudios, este tipo de estrés hídrico reduce la absorción de dióxido de carbono, el crecimiento, y calidad final de los tomates, afectando a sus propiedades organolépticas y químicas. Las condiciones de estrés y déficit hídrico en tomate, inhiben la síntesis de proteínas y crecimiento celular, acumulándose los solutos en las células evitando la desecación después de la cosecha (Peralta et al., 2021).

El estudio se realizó porque se encontró que los tomates cosechados en invernaderos en la comunidad de Santa Teresita, barrio Guitig Bajo en Machachi eran de mala calidad y tenían una vida útil corta, ya que la mayoría eran pequeños o algunos estaban infectados con plagas y enfermedades. Esto se refleja en las pérdidas postcosecha por tomates de mala calidad, que representan el 18% de los tomates que se clasifican como de tercera categoría. Acorde a Reina et al. (1998) las pérdidas después de la cosecha en tomate ocurren principalmente en la recolección de estas hortalizas alcanzando alrededor del 14%, mayor que en etapas como vaciado en canastilla, apuntillado, y transporte. El tomate riñón, al ser un producto perecedero, tiene tendencia a deteriorarse por razones fisiológicas y por la invasión de plagas y enfermedades que afectan sus propiedades organolépticas (peso y color) y químicas (pH, sólidos solubles y cenizas). Las pérdidas posteriores a la cosecha se producen en cualquier etapa, empezando por la cosecha, durante el almacenamiento (postcosecha), distribución y finalmente hasta el consumidor final (Raney et al., 2011).

Mediante esta investigación se pretende evaluar distintas programaciones de riego en función de distintas frecuencias y suspensión de riego con el fin de determinar si la mala calidad de los tomates obedece a un inadecuado riego durante todas las etapas fenológicas, que se refleja en tomates de baja categoría en la etapa de postcosecha. Adicionalmente, esta investigación aporta a un mayor

conocimiento del cultivo en cuanto a sus características organolépticas y químicas, y sobre todo en relación con las necesidades de riego de este.

La investigación beneficia directamente a los productores de tomate riñón del sector de Guitig Bajo de la ciudad de Machachi, mejorando sus ingresos y calidad de vida. También se verán beneficiados indirectamente los estudiantes de la UTC, y personas externas a la Institución que adquieran el producto final (tomate) disfrutando de los beneficios y propiedades funcionales que ofrece el tomate riñón.

La utilidad práctica de la investigación dentro del manejo adecuado del déficit hídrico en tomate riñón concretamente en el manejo de postcosecha, es que los frutos lleguen de una buena calidad hacia al consumidor, tanto organoléptica como nutricional.

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Beneficiarios directos: La presente investigación beneficiará directamente a los productores de tomate riñón del sector de Guitig Bajo de la ciudad de Machachi.

Beneficiarios indirectos: Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, y personas externas a la Institución que adquieran el producto final (tomate) disfrutando de los beneficios y propiedades funcionales que ofrece el tomate riñón.

#### 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Durante la vida postcosecha del tomate riñón, existen muchos factores que pueden afectar negativamente la reducción de la vida útil del producto. Estos cambios pueden ser microbianos, fisiológicos (respiración) y mecánicos. (Hurtado, 2016). En el laboratorio de postcosecha de la UTC, concretamente en el cultivo de tomate riñón, se ha evidenciado que, los tomates presentan daños a nivel fisiológico, por problemas de evapotranspiración. Esto debido a que existe un exceso de eliminación de vapor de agua, haciendo que se aceleren los procesos normales de maduración, producto de la pérdida de agua, lo que se traduce en pérdidas de peso considerables en la etapa de postcosecha, que terminan “arrugando” la piel de la hortaliza (Adhikari, 2018).

Por otro lado, las pérdidas en postcosecha ocurren por factores secundarios principalmente por manejo de riego inadecuado, la infraestructura de almacenamiento, transporte, planificación de cosecha o sistema de mercadeo y comercialización inadecuados. Todas estas pérdidas se producen por presencia de virus que retrasan la síntesis de licopeno, excesiva exposición a altas temperaturas, quemaduras del sol, fertilización deficientes o sistemas de riego y programación de riegos inadecuados (Enríquez, 2017).

El presente estudio hace énfasis en esta última problemática en cuanto al manejo deficiente del riego en el cultivo de tomate en un invernadero del sector de Guitig Bajo de la ciudad de Machachi, por lo que se ha planteado la siguiente problemática ¿Cómo mejorar el manejo en fase de postcosecha provocando el déficit hídrico para mejor comportamiento en postcosecha del tomate riñón, específicamente en sus propiedades organolépticas y químicas?

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. Objetivo General

Evaluar el efecto del déficit hídrico en el comportamiento postcosecha del tomate riñón (*Solanum lycopersicum*).

### 5.2. Objetivos Específicos

- Comparar cuatro frecuencias de riego en el comportamiento en postcosecha del tomate riñón.
- Identificar el mejor periodo de suspensión de riego en el comportamiento en postcosecha del tomate riñón.
- Determinar el mejor índice de cosecha.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS

Las actividades realizadas para la consecución de los objetivos planteados se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 1:** Actividades y sistema de tareas de acuerdo con objetivos.

<b>OBJETIVO 1</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>
Evaluar cuatro frecuencias de riego en campo Enel comportamiento postcosecha del tomate riñón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riego de agua durante un tiempo de 10 minutos en función de las cuatro frecuencias de riego.</li> <li>• Registro de datos.</li> <li>• Uso de laboratorios para pruebas analizar el comportamiento en postcosecha del tomate.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de la mejor frecuencia de riego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Libreta de Campo</li> <li>• Fotografías.</li> </ul>
<b>OBJETIVO 2</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>
Identificar el mejor tipo de suspensión de riego en campo sobre el comportamiento en postcosecha del tomate riñón	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suspensión de riego durante en función de los tratamientos evaluados.</li> <li>• Registro de datos.</li> <li>• Uso de laboratorios para características organolépticas y químicas del tomate.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención del mejor tipo de suspensión de riego en el comportamiento en postcosecha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Libreta de Campo</li> <li>• Fotografías.</li> </ul>
<b>OBJETIVO 3</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el mejor índice de cosecha.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparación de cada índice de cosecha en función de los periodos de riego.</li> <li>• Uso de laboratorios para análisis analizar sus características</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índices de cosecha establecidos en función de los tratamientos evaluados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Libreta de campo.</li> <li>• Material fotográfico.</li> </ul>

---

organolépticas y  
químicas.

- Tabulación de datos.

- Indicadores  
fueron  
evaluados.

---

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

## **7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA**

### **7.1. Agua**

El tomate necesita un buen suministro de agua durante el ciclo de cultivo. Por ello, el suelo debe tener una buena capacidad de retención de agua. El agua, al ser el vehículo que transporta los nutrientes a las plantas, es esencial y una insuficiencia temporal provoca o puede provocar una parada en el crecimiento vegetativo, lo que no es nada beneficioso, además de poder producir la podredumbre apical (ahogamiento) del fruto debido a estos desequilibrios (Ojodeagua-Arredondo et al., 2008).

### **7.2. Riego**

Esta labor tanto a campo abierto como en invernaderos de suma importancia, ya que se suministra a la planta las cantidades de agua necesarias para un crecimiento óptimo. A la hora de regar los cultivos de tomate deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos: el riego en el momento del establecimiento, el momento del primer riego, la frecuencia del riego, la cantidad de agua y el método de aplicación.

#### **7.2.1. Riego de establecimiento y oportunidad de primer riego**

Al plantar, se debe regar todo el perfil del suelo antes de trasplantar. Esto creará un caldo de cultivo adecuado para el crecimiento inicial del tomate. Tras el trasplante, el suelo debe mantenerse lo suficientemente húmedo para que el sistema radicular se desarrolle adecuadamente. El riego debe hacerse con pequeñas cantidades de agua y en intervalos cortos hasta que las plantas muestren signos claros de recuperación después de la siembra. El primer riego suele realizarse entre 15 y 30 días después de la aparición de la plántula. El trabajo del Instituto de Investigación Agrícola mostró que una ausencia de 28 días después de la introducción del riego no afectó el rendimiento.

#### **7.2.2. Frecuencia de riego**

Hace referencia al <<cuándo>> es el mejor momento para regar. Para evaluar este factor se pueden utilizar varios indicadores basados en la interacción clima-suelo-planta. Para ello, se seleccionan



indicadores prácticos para los agricultores, como el contenido de humedad del suelo y los valores nutricionales de las plantas.

### **7.2.3. Determinación indirecta del riego**

El contenido de humedad del suelo se puede medir indirectamente usando un tensiómetro. Es una herramienta que se puede utilizar para determinar el momento del riego. Consiste en un tubo con una cápsula de cerámica porosa en la parte inferior y un indicador de vacío en la parte superior. Se encontró un tensiómetro en los tomates a una profundidad de 40 cm, indicando que se debe regar cuando el vacuómetro marque 40 centibares. Trabajos de la Estación Experimental La Platina y la Universidad de Chile mostraron que la frecuencia de riego varió de 7 a 14 días en el área metropolitana.

### **7.2.4. Riego por goteo**

Existen diferentes métodos de riego. Se diferencian en la forma en que entregan el agua a las plantas. El objetivo es regar las plantas lo más uniformemente posible para que cada planta reciba la cantidad de agua que necesita, ni mucha ni poca. Riego por goteo (o microriego), también conocido como riego por goteo, como su nombre indica. Con este sistema, el agua se dirige gota a gota hacia o cerca de la zona de raíces de la planta. Este enfoque es más eficaz cuando se gestiona adecuadamente; la evaporación y la escorrentía se minimizan. El riego por goteo es típicamente 80-90% efectivo cuando se hace correctamente. En la agricultura moderna, el riego por goteo a menudo se combina con mantillo para reducir aún más la evaporación y aumentar el compostaje. Este proceso se llama fecundación.

Si el sistema de riego por goteo se deja encendido demasiado tiempo o la cantidad de agua suministrada es demasiado alta, pueden ocurrir filtraciones profundas, donde el agua se extrae por debajo de la zona de la raíz. Los métodos de riego por goteo van desde alta tecnología y computarizados hasta simples y laboriosos. En general, se requiere una presión de agua más baja que la mayoría de los otros sistemas, a excepción de los sistemas de riego de superficie y césped de baja demanda, y el sistema se puede diseñar para proporcionar un suministro de agua uniforme

a toda el área o a plantas individuales. Suministro de agua preciso. Jardín botánico mixto. Aunque el control de la presión en pendientes pronunciadas es difícil, se pueden usar boquillas compensadoras de presión para evitar que el campo sea plano. Las soluciones más avanzadas incluyen el uso de válvulas controladas por computadora para colocar transmisores calibrados con precisión en la tubería.

### **7.3. Déficit hídrico**

De acuerdo a un estudio desarrollado por Enríquez, (2017) el manejo postcosecha de tomate puede verse afectado por varios factores, entre ellos no solo la falta de riego, sino también la preparación inadecuada del suelo, la programación inadecuada de fertilizantes, los sistemas de riego, el control fitosanitario, la densidad de plantas y el espaciamiento del suelo. Hizo hincapié en que los rendimientos de los agricultores dependen de los métodos de cultivo utilizados, como el riego controlado o la fertilización.

La escasez de agua es uno de los principales fenómenos ambientales que limitan la productividad agrícola, ya que afecta gravemente todos los aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas y altera importantes procesos fisiológicos y vías metabólicas como la absorción, el metabolismo del nitrógeno y el metabolismo oxidativo. El potencial hídrico ( $\psi_w$ ) se define como el estado de energía libre de una molécula de agua y depende principalmente del potencial osmótico ( $\psi_s$ ) (Sadaka, 2015).

A medida que aumenta la salinidad, el valor de  $\psi_s$  disminuye y el valor de  $\psi_w$  del suelo disminuye, lo que significa que las moléculas de agua se transfieren de una solución menos concentrada (células) a una solución más concentrada (suelo), lo que resulta en plasmólisis (disminución de la turgencia de la planta). Por ello, se dice que la falta de agua puede ser provocada por problemas de infiltración provocados por la sal en el suelo (Sadaka, 2015).

#### **7.3.1. Déficit hídrico en precosecha**

Utria et al., (2005) explica que el tomate es una planta sensible al déficit hídrico. La deshidratación de los tejidos por debajo de un nivel crítico puede provocar cambios irreversibles en las estructuras celulares, ya que el agua, como componente del citoplasma vivo, interviene en el metabolismo y

en todos los procesos bioquímicos de la planta, y la hidratación de los tejidos es un requisito indispensable para su normal funcionamiento.

La pérdida de hinchazón, el marchitamiento y la pérdida de elongación celular son los primeros síntomas visibles del estrés de la planta, que conducen al cierre de estomas y al cese de muchos procesos metabólicos importantes de la planta, lo que en última instancia puede conducir a la muerte. Por lo tanto, el estrés hídrico en las plantas a menudo provoca el cierre de estomas, lo que resulta en una disminución de la tasa de transpiración, lo que a su vez provoca un aumento en la temperatura de la planta (Sepulcre-Cantó et al., 2005).

El bajo estrés hídrico en las plantas L resultó en un aumento de la relación raíz-hoja, probablemente debido a la síntesis de ácido abscísico (ABA) en el mesófilo, lo que resultó en un retraso en el crecimiento de la planta y un mayor crecimiento de hojas y raíces. El ABA es una sustancia que hace que las estomas se cierren, lo que provoca una disminución del flujo de CO<sub>2</sub>, lo que a su vez provoca una disminución de la fotosíntesis. Como resultado, las hojas maduras pierden su capacidad de regular los estomas y mueren para absorber menos radiación y reducir los efectos del estrés hídrico (Sadaka, 2015).

Ausay, (2015) mostraron que el principal efecto del déficit hídrico fue la reducción de la fijación de carbono en las plantas debido al cierre estomático. Cabe recordar que la mayoría de las variedades comerciales de tomate son sensibles al déficit hídrico en todas las etapas del desarrollo de la planta, siendo la germinación y la plantación las más sensibles. Una de las respuestas más importantes de las plantas al estrés hídrico es el cambio en la expresión génica relacionada con las enzimas clave requeridas para la síntesis de agentes osmóticos, proteínas con funciones protectoras, enzimas antioxidantes, factores de transcripción y otras proteínas. Respuesta al estrés hídrico (Florido y Bao, 2014).

### **7.3.2. Déficit hídrico en postcosecha**

Se ha reportado que la causadirecta de enfermedades o fisiopatías en tomate es debido a una falta de calcio, sin embargo, también puede ser causada indirectamente por estrés hídrico de la planta especialmente en las últimas semanas de producción (Obreza et al., 1996). En contraste Agrios,

(1988)apoya la idea generalmente aceptada de que las plantas con estrés hídrico son más susceptibles a enfermedades que las no estresadas. Es decir, una falta de agua puede provocar presencia de enfermedades en tomate. En los resultados de la presente investigación se evidenció lo contrario, es decir una alta frecuencia de riego sin presencia de estrés hídrico aumenta la probabilidad de presencia de enfermedades. Esto podría obedecer a otros factores como la distancia de siembra entre plantas y entre surcos, condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa dentro del invernadero, que puedan incidir a la aparición de enfermedades (Obreza et al., 1996).

Los agentes osmóticos son compuestos orgánicos de bajo peso molecular que proporcionan osmorregulación y promueven la absorción de agua por las plantas. Las principales proteínas con posibles efectos protectores son las proteínas enriquecidas embrionarias tardías (LEAP) y las proteínas antioxidantes. Es importante destacar que los cambios en el crecimiento, el desarrollo, el cierre de estomas y la expresión génica, incluidas las proteínas protectoras, las enzimas clave de la osmosíntesis, las enzimas antioxidantes y los genes que codifican los factores de transcripción que regulan la expresión génica, son solo algunas de las respuestas que las plantas utilizan para responder a la falta de agua (Florido y Bao, 2014).

#### **7.4. Tomate riñón**

##### **7.4.1. Origen**

De acuerdo con Salazar, (2015) indica que el tomate cultivado (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es nativo de las estribaciones occidentales de los Andes (Sudamérica). Hay algunas otras especies nativas de esta región, pero no son comercialmente importantes, aunque son muy valiosas como: resistentes a las enfermedades en los programas de mejoramiento del tomate. Blancard, (2011) afirman que el tomate se originó aparentemente en Sudamérica, pero fue en México donde se cultivó por primera vez. Los colonos europeos lo trajeron a Europa a mediados del siglo XVI, donde no se utilizó ampliamente durante muchos años, aunque en Estados Unidos se ha cultivado durante muchos años.

### 7.4.2. Clasificación botánica

De acuerdo con Hurtado, (2018) cita la siguiente clasificación taxonómica para el tomate riñón:

Reino	Vegetal
División	Espermatophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Dicotiledonea
Subclase	Gamopétalas
Orden	Tubiflorales
Familia	Solanaceae
Género	Lycopersicum
Especie	<i>Esculemtum</i>
Nombre Científico	<i>Lycopersicum esculemtun</i>
Otros nombres	Tomate, jitomate

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

### 7.4.3. Características botánicas

#### Planta

La planta de tomate riñón es de tipo arbustivo perenne que se cultiva anualmente. Puede desarrollarse en forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinado) y otras de crecimiento ilimitado (Chonillo Pionce, 2022).

#### Raíz

El tomate hortícola tiene una raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. raíces adventicias (Chonillo Pionce, 2022).

#### Tallo

El tallo es erecto durante los primeros estadios, pero pronto se tuerce bajo el peso. Su superficie es angulosa y está provista de pelos glandulares que desprenden un líquido verde amarillento con un aroma muy característico que actúa como repelente para diversos insectos. repelente para diversos insectos (Chonillo, 2022).

## **Hojas**

Las hojas de tomate son complejas y se alternan en diferentes nudos. El tallo se divide en siete, nueve o incluso once folíolos. Al igual que los tallos, también están provistos de glándulas que secretan sustancias aromáticas(Chonillo, 2022).

## **Flores**

Es regular y corto, consta de 5 o más sépalos, igual número de pétalos amarillos dispuestos en espiral de 135°, igual número de estambres alternando con pétalos para formar un cono de estambres alrededor del pistilo, ovario bipolar o multipolar. . Las flores se agrupan en racimos(Chonillo, 2022).

## **Fruto**

Los frutos son bayas con dos o más semillas que pesan desde unos pocos miligramos hasta 600 gramos. Los frutos consisten en pericarpio, tejido placentario y semillas(Chonillo, 2022).

### **7.4.4. Condiciones climáticas del cultivo**

#### **Clima**

El tomate puede crecer a muchas alturas y adaptarse a todos los climas, excepto a las zonas con heladas, ya que es más sensible a este fenómeno. Sin embargo, prefiere climas más cálidos. En Ecuador, los tomates crecen en climas cálidos y fríos (Mena, 2011).

#### **Temperatura**

Para el tomate, las temperaturas óptimas según su ciclo de vida son las siguientes: temperaturas nocturnas de 15 a 18°C; diurnas de 24-25°C; temperatura ideal en la floración de 21°C; temperatura ideal para su desarrollo vegetativo de 22-23°C; temperatura a la que se detiene su desarrollo vegetativo a 12°C; la temperatura inferior a 7°C necesitará una ayuda de calefacción artificial(Pérez, 2014).

#### **Luminosidad y precipitación**

La luz es muy importante para el desarrollo de las plantas, especialmente en condiciones de poca luz, ya que los entrenudos se alargan y se enderezan para obligarlos a buscar la luz. Las Requiere de una pluviometría de 600 a 1200 mm de lluvia por año, acorde a Salazar, (2015).

### **Suelo**

Los tomates no tienen requisitos especiales para las condiciones del suelo y pueden prosperar en una variedad de condiciones. Sin embargo, se recomienda un suelo profundo, suelto y bien drenado con un alto contenido de materia orgánica, buena humedad y un pH ideal cercano a la neutralidad (pH cercano a 7) (Quintero, 2015).

#### **7.4.5. Cosecha y manejo postcosecha**

### **Cosecha**

Los primeros tomates se pueden cosechar 70-80 días después del trasplante. Algunas variedades tempranas pueden tardar hasta 60 días, mientras que las variedades tardías pueden tardar 90 días o más. Una vez que las flores de tomate están abiertas y polinizadas, la cosecha tarda unos 42 días (31-60 días). Estos períodos dependen de la variedad plantada, así como del estado de madurez de la fruta cosechada y de las condiciones prevalecientes durante el crecimiento y desarrollo, como la estación, el clima, las consideraciones de plantación y los niveles de nutrientes y humedad del suelo. La mayoría de los tomates comerciales se cosechan cuando están completamente desarrollados y fisiológicamente maduros, pero todavía verdes. Su piel es brillante y en muchas variedades el follaje se vuelve verde claro o blanco, especialmente en la parte superior de la fruta. Primero se deben cosechar los frutos en la base de la planta, ya que se desarrollan primero.

### **Color**

En la Tabla 2, se puede observar la clasificación por color del tomate en base a las designaciones utilizadas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

**Tabla 2** Clasificación del tomate por color

<b>Color</b>	<b>Etapa</b>	<b>Descripción</b>
Verde	#1	La superficie del tomate es de color completamente verde
Rompimiento	#2	Transición de color verde a amarillo-bronceado, hasta un 10% de la superficie
Tornando	#3	Entre 10% a 30%, cambio definido de color verde a amarillo-marrón
Rosa	#4	Entre 30% a 60%, presenta un color rosa o rojo
Rojo brillante	#5	Mayor a 60% presente un color rojo-rosado, o rojo
Rojo	#6	Mayor al 90% de la superficie con color rojo

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

### **Postcosecha**

En algunas fincas, la primera etapa del proceso de selección y clasificación del tomate se realiza en la cosecha, y los frutos que no cumplen con los requisitos mínimos del mercado (no comercializables) pueden ser rechazados por su tamaño, forma (deformación), sobremaduración, defectos graves o podredumbre. Esta clasificación es aún más importante cuando la fruta se envasa directamente en el campo, lo que no suele ser el caso de los tomates, ya que estos frutos no suelen ser reclasificados. En tales casos, la selección y clasificación en la cosecha debe ser cuidadosa, realizada por personal capacitado y requiere una mayor supervisión. Para las fincas que transportan fruta a las instalaciones de clasificación y empaque, este proceso ayuda a reducir la cantidad de fruta transportada que finalmente se descarta por razones no comerciales. También reduce la posibilidad de enviar fruta enferma que podría contaminar la fruta sana.

En la mayoría de las fincas comerciales, la selección de tomates se lleva a cabo solo en la estación de selección y empaque, ya que el proceso permite un procesamiento más extenso en la propia finca. Es importante tomar precauciones para que la fruta no sufra daños durante la selección y el envasado. Si se utiliza un tanque de flotación para frutas, la fruta debe lavarse en el tanque de flotación con agua clorada (100-150 ppm de cloro libre) con un pH de 6,5 a 7,5. Luego, la fruta se lava con agua limpia y el exceso de agua se elimina inmediatamente pasando la fruta a través de una serie de cilindros de esponja y/o usando aire comprimido. En la mayoría de los casos, la fruta dañada que se considera gravemente dañada o podrida se identifica y se descarta, y la fruta comercial se clasifica según el color y los grados de calidad. La mayoría de los tomates se



empaquetan en cajas de cartón corrugado de tamaño estándar con un peso neto de 25 libras. El empaque se realiza colocando frutas similares (es decir, del mismo tamaño, calidad y color) en cada caja. tamaño, calidad y color).

Las condiciones ambientales para el almacenamiento postcosecha de frutos de tomate son importantes para reducir la cantidad y la calidad de los frutos de tomate antes de que lleguen al consumidor. Los factores ambientales más importantes para considerar son la temperatura a la que se almacena la fruta y la humedad relativa alrededor de la fruta. Otras consideraciones relacionadas con las condiciones de almacenamiento y envío incluyen la presencia de gas etileno y el posible uso de una atmósfera controlada. En la Tabla 3, se describe las condiciones ambientales adecuadas para un correcto transporte desde la finca hacia su destino final.

**Tabla 3** Parámetros ambientales de transporte

Color	Etapa	Temperatura (°C)	Humedad (%)
Verde-hecha	#1	12.7 – 15.5	90-95
Rojo claro y madura-firme	#5 y #6	10 – 12.7	90-95
Maduro-firme	#6	7.2 - 10	90-95

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

#### 7.4.6. Plagas y enfermedades

##### Plagas

Las plagas más comunes del tomate son los pulgones (*Aphis* sp.), estos insectos segregan una melaza pegajosa y dulce que recubre todo el follaje. Sobre esta sustancia se desarrolla un hongo llamado neegrilla, que obstruye las estomas y reduce la fotosíntesis de las hojas. Además, esta melaza atrae hormigas que causan daños en las hojas. Los daños de la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) son similares a los del pulgón, y su control es bastante difícil y costoso. El Minador de la hoja (*Lyriomiza solani*) las larvas de esta mosca amarilla y negra producen daños, los huevos son puestos entre la epidermis de las hojas y se alimentan del tejido parenquimatoso, tallando galerías entre las mismas (Mitidieri y Polack, 2012).

Entre otras plagas, están el gusano verde (*Heliothisarmigera*), la larva de esta mariposa nocturna penetra en el interior de los frutos cuando son pequeños. Los chinches (*Nezaravidula*, *Nysiusericae*), insectos planos de 3 a 5 mm que se alimentan absorbiendo el jugo de los vegetales a través de su pico, que clavan en tallos, hojas y frutos, deformándolos y agrietándolos (Mitidieri y Polack, 2012).

### **Enfermedades**

Las enfermedades que atacan al tomate riñón son el (Damping off, *Phytophthorasp.*, *Phytiumsp.*, *Rhizoctoniasp.*), se presentan con marchitamiento de plántulas, pudrición y adelgazamiento de la base del tallo. Su combate se basa en la regulación de la humedad, desinfección del suelo, siembra dispersa y aplicaciones de cal. La marchitez por (*Fusarium oxysporum*, *Pseudomonas solani*), que produce amarillamiento de las hojas inferiores, amarillamiento y marchitez de la base, y eventual secado total. La antracnosis (*Colletotrichumsp.*), que produce colapsos circulares de hojas marrones y negras, pudrición blanda. La pudrición de la raíz (*Sclerotiumrolfsii*), causa amarillamiento, formaciones blancas y eventualmente marrones, marchitamiento y descomposición a partir del nivel del cuello. El tizón temprano (*Alternaria solani*), causa necrosis y defoliación de las hojas, necrosis alargada con anillos concéntricos en los tallos o podredumbre del cuello y depresión del tallo. Tizón tardío (*Phytophthorainfestans*), con necrosis acuosa irregular en hojas y tallos, manchas acuosas de color marrón grisáceo en los frutos (Mitidieri y Polack, 2012).

### **Nemátodos**

Con *Meloidiognesp*, la planta presenta un crecimiento anormal, nodulación de la raíz, amarillamiento de las hojas inferiores hacia arriba; se recomienda la rotación de cultivos, variedades resistentes, desinfección de los semilleros. Se puede combatir con Nematicidas (Gavilanes, 2017)

### **Virus**

Virosis, se presenta con decoloración formando un mosaico, se observan vetas necróticas en hojas y tallos. Hojas pequeñas y de color amarillo y violeta. Atrofia por entrenudos cortos (Gavilanes, 2017).

#### **7.4.7. Propiedades químicas-organolépticas**

##### **Firmeza**

Tradicionalmente, la firmeza de la fruta estaba determinada por la fuerza requerida por el pulgar para deformar la superficie de la fruta. La firmeza es una importante característica textural de las frutas y hortalizas que se utiliza para determinar el período óptimo de reflexión, para evaluar la calidad durante el almacenamiento del producto, la comercialización en fresco o el procesamiento inicial. La dureza se puede determinar por varias cantidades, como la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad, la rigidez o cualquier otra cantidad proporcional a las anteriores, aunque el método estándar para determinar la dureza es el método estándar de Magnes-Taylor.

##### **Sólidos solubles**

La concentración de sólidos solubles en productos alimenticios líquidos se suele expresar por 100 gramos de producto o fase líquida por 100 gramos de producto. La concentración de sólidos solubles por cada 100 gramos de la fase líquida también se denomina Brix. En la industria alimentaria se utilizan ampliamente dos métodos para expresar la concentración de sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix o g de sólidos solubles/100 g de producto). Por lo tanto, es importante saber cómo se pueden calcular estos valores a partir de datos constitutivos específicos. Brix se mide con un refractómetro para determinar la cantidad de sólidos solubles (generalmente azúcar) disueltos en un líquido. Por ejemplo, una solución de  $30^{\circ}$ Brix contiene 30 gramos de sólidos disueltos por cada 100 gramos de solución o fase líquida. La escala Brix se usa comúnmente en la industria alimentaria para determinar la cantidad aproximada de azúcar en diferentes tipos de azúcar.

##### **Cenizas totales**

El análisis de cenizas es la determinación de los residuos inorgánicos que quedan en los alimentos después de la combustión o oxidación completa de la materia orgánica. Una comprensión básica de las características de los diferentes métodos de análisis de cenizas y el equipo apropiado son esenciales para obtener resultados confiables. Hay tres tipos de análisis de cenizas: cenizas secas para la mayoría de las muestras de alimentos; incineración húmeda (oxidación) de muestras con un alto contenido de grasa (carne y productos cárnicos) como método de preparación de muestras para

análisis elemental; y análisis simple de cenizas de plasma seco a baja temperatura, preparación de muestras para análisis de elementos volátiles.

La ceniza residual es un residuo inorgánico, y las mediciones de la ceniza total se pueden usar en el análisis de alimentos porque se pueden detectar diferentes minerales en la muestra. Los errores y las dificultades en la determinación de cenizas secas incluyen: pérdida de cenizas debido a la intensidad de la llama cuando las muestras se exponen al aire y cambios graduales en las sales minerales durante el calor, como de carbonatos a óxidos; adhesión de muestras con alto contenido de azúcar, lo que puede provocar la pérdida de muestras y la fusión de carbono con partes de muestras atrapadas y no oxidadas. (Quintero, 2015).

## **pH**

El pH se define como el logaritmo del recíproco de la concentración de iones de hidrógeno. También puede definirse como el logaritmo de la concentración molar de iones de hidrógeno con signo. Así, la concentración de iones de  $1 \times 10^{-6} \text{ H}_3\text{O}^+$  se expresa simplemente como pH 6. La concentración del ion OH se expresa como pOH, en cuyo caso se expresa como 8 (Nielsen, 2009). Aunque el uso de la notación del pH es numéricamente más simple, es un concepto confuso para muchos estudiantes. Hay que recordar que es un valor logarítmico y que un cambio de una unidad en el pH representa en realidad un cambio de 10 veces en la concentración de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

Es importante entender que el pH y el ácido titulable no son lo mismo. Los ácidos fuertes, como el ácido clorhídrico, el ácido sulfúrico y el ácido nítrico, se disocian casi por completo a pH 1, mientras que sólo un pequeño porcentaje de las moléculas ácidas de los alimentos (ácido cítrico, ácido málico, ácido acético, ácido tartárico, etc.) se disocian en solución (Nielsen, 2009).

Para medir el pH mediante esta técnica, el potencial generado en una celda que contiene un electrodo indicador sumergido en una solución problema debe compararse con el potencial generado cuando el electrodo se sumerge en una solución estándar que contiene una o más concentraciones conocidas de iones de hidronio (Sierra, 2007).

## **Humedad y peso**

Son preferibles humedades medias del 50 al 60% y suelos no encharcados. También afirman que la alta humedad favorece el desarrollo de enfermedades criptógamas(Vega, 2019). El riego abundante también puede reducir la calidad de la fruta debido al alto contenido de humedad (que reduce los azúcares solubles, los ácidos orgánicos, las vitaminas, los minerales y los volátiles) y la tendencia de la fruta a agrietarse, lo que provoca pérdida de agua y pérdida de peso. De acuerdo con Hanson et al., (2003), la duración mínima del riego por goteo en condiciones de invernadero es de 18 minutos y puede durar hasta 4 horas y 18 minutos con riego intensivo. Se ha prestado poca atención a los efectos fisiológicos de la frecuencia de riego a la misma tasa de riego, aunque estos pueden ser críticos para el rendimiento y la eficiencia en el uso del agua.

Aunque este estudio evaluó la frecuencia de aplicación diaria de los tomates, una forma de mejorar los valores sensoriales y nutricionales del fruto del tomate en invernadero sin reducir el rendimiento es mantener los parámetros ambientales apropiados (luz, temperatura, humedad, CO<sub>2</sub>) en el invernadero. . enriquecimiento. )) y el uso de nuevos métodos de cultivo (CE superior, riego óptimo y soluciones nutritivas, uso de calcio y boro en frutos)(Dorai, 2001).

## **8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **H<sub>0</sub>**

Una menor frecuencia de riego por goteo, en tomate de riñón en invernadero no se refleja en mejores características organolépticas y químicas en laboratorio.

### **H<sub>1</sub>**

Una menor frecuencia de riego por goteo, en tomate de riñón en invernadero se refleja en mejores características organolépticas y químicas en laboratorio.

### **H<sub>0</sub>**

La suspensión de riego en tomate riñón, en tomate de riñón en invernadero, no se refleja en mejores características organolépticas y químicas en laboratorio respecto a los otros tratamientos.

### **H<sub>1</sub>**

La suspensión de riego en tomate riñón, en tomate de riñón en invernadero, se refleja en mejores características organolépticas y químicas en laboratorio respecto a los otros tratamientos.

### **H<sub>0</sub>**

Los índices de cosecha por color no influyen en el comportamiento en postcosecha de tomate de riñón.

### **H<sub>1</sub>**

Los índices de cosecha por color no influyen en el comportamiento en postcosecha de tomate de riñón.

## **9. METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **9.1. Metodología**

#### **9.1.1. Localización geográfica**

La presente investigación de fase de campo se realizó en un invernadero de la ciudad de Machachi, sector Santa Teresita, barrio Guitig Bajo, sector Santa Teresita, cantón Mejía provincia de Pichincha en las coordenadas (-0.5; -78.55). con una temperatura que varía entre 10°C a 30 °C y una HR sobre el 50-60%, mientras que la fase de laboratorio se realizó en el laboratorio de fitopatología dentro de las instalaciones de la UTC ubicado en la Av. Simón Rodríguez, Sector Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia del Cotopaxi. La temperatura interna del invernadero registra un promedio de 17.5°C con una humedad relativa del 70%.

#### **9.1.2. Dimensiones del invernadero, camas, y número de plantas**

En la tabla 4, se muestra el área total del terreno, número de camas, número de plantas por cama, número de plantas por tratamiento, número de plantas por repetición, y las dimensiones de las camas.

**Tabla 4** Dimensiones del terreno y camas, y número de plantas

Ítem	Unidades
Área total del invernadero	519 m <sup>2</sup>
Largo del invernadero	31,50 m
Ancho del invernadero	16,50 m
Altura de invernadero	4,50 m
Número de camas	12
Área total de cama	18 m <sup>2</sup>
Largo de cama	30 m
Ancho de cama	0,60 m
Distancia entre camas	0,4 m
Distancia entre plantas	0,5 m
Número de plantas por cama.	75
Número de plantas totales	900
Número total de tomates evaluados	720

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

F1	F1	F1	F2	F2	F2	F3	F3	F3	F4	F4	F4
S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022)

### 9.1.3. Trabajo de campo

En primer lugar, se eliminó todo tipo de maleza existente dentro del invernadero utilizando productos para hoja ancha y delgada. El suelo se niveló para la aplicación del agente curativo. Después de nivelar el suelo, se aplicó cal agrícola para mejorar la absorción de nutrientes, neutralizar el hidrógeno y añadir aluminio, y calcio. Luego se usó implementos agrícolas para levantar la cama. Una vez hechas las camas, se utilizó estacas y clavos para dividir cada cama en tres partes iguales y etiquetó cada bloque correspondiente (bloques S1 y S2) con el código de tratamiento apropiado (por ejemplo, T1S2). Cuando todas las camas fueron terminadas, se sembraron plántulas de tomate compradas en un vivero cerca de Machachi. Las plántulas se caracterizaron por tener buen vigor, color brillante, 4-5 hojas reales y, sobre todo, plantas sanas sin plagas ni enfermedades.

Se usó el tutorado para evitar el acame cuando las plantas tenían 5 semanas. También se llevaron a cabo otras labores culturales como el deshierbe manual, limpieza periódica (dos veces por semana) y aireación del suelo para que las raíces puedan absorber adecuadamente los nutrientes del suelo. El agua de riego se captó desde un reservorio cercano a través de una manguera principal de tres cuartos de longitud hasta el invernadero, donde se instaló un sistema de riego por goteo.

El riego por goteo proporciona un suministro continuo y constante de agua que mantiene el agua en la zona de la raíz en condiciones de baja presión. Es más eficiente porque se pierde menos líquido, se elimina el exceso de humedad de las hojas y se reduce la posibilidad de enfermedades (Hutton y Loveys, 2011)

Para la distribución a las parcelas experimentales, se realizaron conexiones secundarias con mangueras de 65 mm desde la manguera primaria para conectarlas a las parcelas. Cada línea de riego tuvo su llave independiente del cual se controlaba la frecuencia y suspensión del riego.

Una vez instalado el sistema de riego, se procedió a abrir el riego durante un tiempo de 10 minutos continuos sobre las plantas, en función de los diferentes tratamientos evaluados.

Además, de la frecuencia de riego, se evaluó para todos los tratamientos exceptuando el tratamiento testigo, dos tiempos diferentes de suspensión de riego. El primero, 3 días antes de la



cosecha (Suspensión 1, S1), y el segundo 5 días antes de la cosecha (Suspensión 2, S2). El caudal del gotero fue de 1,5 lt/h, con un volumen de 250 cc por riego.

Complementariamente, se realizaron tres controles fitosanitarios de mosca blanca (*Bemisiassp*) con el producto ACTARA 25WG con una dosis de 0,1 kg/ha mediante una aplicación con bomba de mochila dirigida a la base de planta en la etapa de desarrollo vegetativo. Para control de *Botrytis (Botrytis cinera)* se aplicó cada 10 días CLOROTEX en dosis de 500g/200Lt, cubriendo todo el follaje y mediante una aplicación directa en el pedúnculo y el fruto. Una última aplicación de CLOROTEX se realizó a los 15 días antes de la cosecha en la misma dosis. Adicionalmente, se realizó controles de lancha temprana (*Alternaria solani*) en etapa de floración con CURZATE en una dosis de 2,0 – 2,5 gr/lt en forma de aspersion total a toda la planta.

El tomate se cosechó a mano en dos índices de color (etapa #3, y #4) y luego se enviaron en cajas de 20 tomates para uso análisis posterior en laboratorio. Durante el procesamiento posterior a la cosecha, los tomates se clasificaron en diferentes categorías (primera, segunda y tercera) según el peso y el tamaño. Los tomates dañados o afectados por plagas y enfermedades se desecharon para evitar que contaminen a los demás. Se contaron un total de 720 tomates: 186 de primera categoría, 94 de segunda categoría y 440 de tercera categoría, y fueron enviados al laboratorio de la UTC para su evaluación de pérdida de peso, color, pH, sólidos solubles, cenizas, y presencia de plagas/enfermedades. Antes de la cosecha, cada tomate se marcó con las siglas del tratamiento al que correspondía para una identificación fácil y precisa en el laboratorio. Los tomates se empacaron en cajas de cartón de 20 según su categoría y se enviaron al laboratorio con las condiciones adecuadas de temperatura y humedad.

#### **9.1.4. Trabajo de laboratorio**

Los tomates transportados desde el invernadero al laboratorio de la UTC fueron descargados de las cajas y colocados en refrigeración para su conservación. Un grupo de 2 personas analizaron las características organolépticas de peso de los tomates de tercera categoría con la ayuda de una

balanza. Cada persona pesó cinco tomates en la balanza electrónica con un peso máximos de 200gr Los pesos de los tomates fueron registrados en una ficha de laboratorio (Anexo 1).

Luego se analizaron las propiedades químicas, pH, cenizas y sólidos solubles y se midieron los valores Brix utilizando un termómetro, horno de laboratorio y refractómetro. Se utilizó un medidor de pH portátil semirrígido para medir el pH. La forma cónica de la perla de vidrio del medidor de pH portátil permitió penetrar en los tomates y crear una gran superficie de contacto, eliminando la necesidad de triturar u homogeneizar los tomates para el análisis. Simplemente se realizó un corte de los tomates con un cuchillo y se insertó el electrodo de pH para una medición de directa y estable(Anthon et al., 2011).

Para medir la ceniza, se tomaron muestras de cada tomate y se carbonizaron en una estufa de laboratorio. Una vez carbonizados, se colocaron en muffins de laboratorio y se mantuvieron a 500-600 °C durante 2 horas. Si la ceniza ya era blanca o gris, se suspendía la calcinación, pero en el caso del aparato, la ceniza mostraba manchas negras, lo que significaba que contenía partículas de polvo. Después de media hora, se retiraron los crisoles, se enfriaron en el desecador durante media hora y se pesaron.

Para la determinación de los sólidos solubles, se utilizó un refractómetro que mide valores Brix entre 0 y 85 %. Se añadió agua desionizada al compartimento de medición del refractómetro y se encendió el instrumento. Tras el encendido, las muestras de tomate se cortaron y exprimieron con una centrifugadora de frutas y el zumo se dejó caer en el compartimento designado, donde el refractómetro leyó los grados Brix para la determinación del contenido de sólidos solubles.

## **9.2. Diseño experimental**

### **9.2.1. Factores en estudio**

**Factor A:** Frecuencias de riego

F1. Todos los días

- F2. Pasando 1 día
- F3. Pasando 2 días
- F4. Pasando 3 días

**Factor B:** Suspensión de riego (Déficit hídrico)

- D1. Sin déficit hídrico
- D2. Tres días antes de la cosecha
- D3. Cinco días antes de la cosecha

**Factor C:** Índice de cosecha por color

- C1. Color 1 (Tornando)
- C2. Color 2 (Rosa)

Respecto a la frecuencia de riego se escogió 4 diferentes frecuencias; diariamente; pasando 1 día, 2 días y 3 días. Acorde a García, (2021) la frecuencia del riego depende de la ubicación del semillero (fresco o cálido), del tipo de sustrato y de las condiciones climáticas del sitio de estudio para evitar deficiencias de humedad en el sustrato que puedan afectar a la germinación de las semillas. Fundamentado en Ortiz, (2018) las plantas con abundante cantidad de hojas necesitan un riego más frecuente ya que pierden agua con rapidez en invernadero debido a la evapotranspiración de las hojas. El caso del tomate riñón es sensible al déficit hídrico por lo que necesita gran cantidad de agua, en frecuencias bajas al inicio del cultivo y frecuencias altas al final.

La cantidad de agua que se necesita regar depende del tamaño de la planta, ya que una planta pequeña consume menor cantidad de agua, que una planta de mayor tamaño. El tomate recibe en promedio desde 100 a 150 cm<sup>3</sup> en la primera semana luego del trasplante hasta 1000 a 1200 cm<sup>3</sup> hasta la cosecha. AAIC, (2003) menciona que se necesitan aproximadamente 40000 cm<sup>3</sup> para regar a 400 plantas de tomate en invernadero a razón de 100 cm<sup>3</sup> diariamente.

Respecto al índice de cosecha por color, se trabajó con la Etapa 3 y etapa 4 de acuerdo con la tabla de maduración del tomate. La Etapa 3 corresponde al tomate en Tornando que significa que más del 10% y menos del 30% de la superficie, en conjunto, muestra un cambio definitivo en el color de verde a amarillo claro, rosa, rojo, o una combinación de varios. La Etapa 4, por su parte, corresponde al tomate Rosa, que significa que más de un 30% pero no más de un 60% de la superficie, en conjunto, se muestra de color rosa a rojo (Casierra-Posada, 2008).

En la Tabla 5, se puede observar los factores de estudio que conforman los distintos tratamientos de la presente investigación

**Tabla 5** Factores de estudio y tratamientos

N°.	Factor A	Factor B	Factor C	Tratamiento	Descripción
1	F1	S1	C1	F1D1C1	Frecuencia de riego: Todos los días Déficit hídrico: Sin suspensión Color: Color 1
2	F1	S1	C2	F1D1C2	Frecuencia de riego: Todos los días Déficit hídrico: Sin suspensión Color: Color 2
3	F1	S2	C1	F1D2C1	Frecuencia de riego: Todos los días Déficit hídrico: Suspensión 3 días antes Color: Color 1
4	F1	S2	C2	F1D2C2	Frecuencia de riego: Todos los días Déficit hídrico: Suspensión 3 días antes Color: Color 2
5	F1	S3	C1	F1D3C1	Frecuencia de riego: Todos los días Déficit hídrico: Suspensión 5 días antes Color: Color 1
6	F1	S3	C2	F1D3C2	Frecuencia de riego: Todos los días Déficit hídrico: Suspensión 5 días antes

---

7	F2	S1	C1	F2D1C1	Color: Color 2 Frecuencia de riego: Pasando 1 día Déficit hídrico: Sin suspensión
8	F2	S1	C2	F2D1C2	Color: Color 1 Frecuencia de riego: Pasando 1 día Déficit hídrico: Sin suspensión
9	F2	S2	C1	F2D2C1	Color: Color 2 Frecuencia de riego: Pasando 1 día Déficit hídrico: Suspensión 3 días antes
10	F2	D2	C2	F2D2C2	Color: Color 1 Frecuencia de riego: Pasando 1 día Déficit hídrico: Suspensión 3 días antes
11	F2	D3	C1	F2D3C1	Color: Color 2 Frecuencia de riego: Pasando 1 día Déficit hídrico: Suspensión 5 días antes
12	F2	D3	C2	F2D3C2	Color: Color 1 Frecuencia de riego: Pasando 1 día Déficit hídrico: Suspensión 5 días antes
13	F3	D1	C1	F3D1C1	Color: Color 2 Frecuencia de riego: Pasando 2 días Déficit hídrico: Sin suspensión
14	F3	D1	C2	F3D1C2	Color: Color 1 Frecuencia de riego: Pasando 2 días Déficit hídrico: Sin suspensión
15	F3	D2	C1	F3D2C1	Color: Color 2 Frecuencia de riego: Pasando 2 días Déficit hídrico: Suspensión 3 días antes
16	F3	D2	C2	F3D2C2	Color: Color 1 Frecuencia de riego: Pasando 2 días Déficit hídrico: Suspensión 3 días antes
17	F3	D3	C1	F3D3C1	Color: Color 2 Frecuencia de riego: Pasando 2 días Déficit hídrico: Suspensión 5 días antes
18	F3	D3	C2	F3D3C2	Color: Color 1 Frecuencia de riego: Pasando 2 días

---

19	F4	D1	C1	F4D1C1	Déficit hídrico: Suspensión 5 días antes Color: Color 2 Frecuencia de riego: Pasando 3 días Déficit hídrico: Sin suspensión
20	F4	D1	C2	F4D1C2	Color: Color 1 Frecuencia de riego: Pasando 3 días Déficit hídrico: Sin suspensión
21	F4	D2	C1	F4D2C1	Color: Color 2 Frecuencia de riego: Pasando 3 días Déficit hídrico: Suspensión 3 días antes
22	F4	D2	C2	F4D2C2	Color: Color 1 Frecuencia de riego: Pasando 3 días Déficit hídrico: Suspensión 3 días antes
23	F4	D3	C1	F4D3C1	Color: Color 2 Frecuencia de riego: Pasando 3 días Déficit hídrico: Suspensión 5 días antes
24	F4	D3	C2	F4D3C2	Color: Color 1 Frecuencia de riego: Pasando 3 días Déficit hídrico: Suspensión 5 días antes Color: Color 2

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

### 9.2.2. Diseño de campo

En la presente investigación en la fase de campo se manejó un Diseño de Parcelas Divididas (DPD) (ver Figura 1), siendo la parcela grande, la frecuencia de riego (FACTOR A), y las subparcelas, la suspensión de riego y el color (FACTOR B y C). Se tiene un diseño factorial de 4x3x2 dando un total de 24 evaluaciones y 3 repeticiones por tratamiento.

**Figura 1** Diseño experimental por parcelas divididas

PARCELA 1																							
F1						F2						F3						F4					
D1		D2		D3		D1		D2		D3		D1		D2		D3		D1		D2		D3	
C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2

PARCELA 2																							
F1						F2						F3						F4					
D1		D2		D3		D1		D2		D3		D1		D2		D3		D1		D2		D3	
C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2

PARCELA 3																							
F1						F2						F3						F4					
D1		D2		D3		D1		D2		D3		D1		D2		D3		D1		D2		D3	
C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2	C 1	C 2

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

### 9.2.3. Unidad experimental

La unidad experimental de la presente investigación representa la parcela, en la cual se utilizaron tres parcelas de dimensiones 18 m<sup>2</sup> cada una, siendo la distancia entre camas de 0,40 m. En cada parcela se colocaron 75 plántulas de tomate en total, a distancia de 0,5 m entre plantas. Dentro del Factor A se tuvo a 90, y en cada subparcela (Factor B) se tuvo 300 plántulas de tomate por cada suspensión de riego. Se cosecharon 10 tomates por cada evaluación (F1D1C1, F1D1C2...n) para las 24 evaluaciones de cada parcela, y por cada repetición, dando un total de 720 tomates llevados al laboratorio para su análisis.

### 9.3. Análisis estadístico

Se aplicó el análisis de varianza ADEVA cuyo fin es controlar las variaciones de una variable  $Y$  continua (numérica), mediante factores. Este análisis permite poner en evidencia eventuales relaciones entre la variable  $Y$ , y estos factores. Para la presente investigación la variable  $Y$  serían las características organolépticas y químicas, y la cuantificación de plagas/enfermedades en los tomates, mientras que los factores serían el Factor A, B y C de frecuencia de riego, suspensión de riego, y el índice de color, respectivamente. En la Tabla 6, se muestran las fuentes de varianza con sus respectivos grados de libertad de cada fuente.

**Tabla 6** Fuentes de varianza y grados de libertad

Fuente de variación		Grados de libertad
Repeticiones	(R -1)	2
Frecuencia de riego(F)	(F -1)	3
Suspensión de riego(S)	(S -1)	2
Color (C)	(C -1)	1
Factor F*S	(F-1) -(S-1)	6
Factor S*C	(S-1) -(C-1)	2
Factor F*C	(F-1) -(C-1)	3
Factor F*S*C	(F-1) -(S-1) (C1)	6
Error	R*T	46
Total	(T. R)-1	71

### 9.4. Operacionalización de las variables



En la Tabla 7, se muestran la operacionalización de las variables independientes (frecuencia de riego, suspensión de riego y color) y variable dependiente (características organolépticas, químicas), con sus respectivos indicadores de medición y sus unidades de medida.

**Tabla 7:** Operacionalización de las variables

<b>Variab</b> les independientes	<b>Variable dependiente</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índices (unidades de medida)</b>
Frecuencia de riego	Comportamiento en postcosecha de tomate de riñón.	Variación de peso. Incidencia de plagas y enfermedades.	Gr
Suspensión de riego		Firmeza	Tomates
Color		Sólidos solubles	%
		pH	-
		Cenizas	Gr

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

## 9.5. Fase de laboratorio e indicadores a evaluar

### 9.5.1. Incidencia de plagas y enfermedades

Se determinó mediante la cantidad de frutos dañados los datos se registraron diariamente en una libreta de campo. El ensayo duro hasta que la mayoría de los frutos se dañaron. Para este dato se evaluaron 10tomates por cada unidad experimental de los cuales se calculó un porcentaje de daño.

$$\% \text{ incidencia de fisiopatía} = \frac{\text{número de frutos enfermos}}{\text{numero de frutos}} * 100$$

**Fuente:**(AOAC, 2000)

### 9.5.2. Porcentaje de peso

Para la evaluación de pérdida de peso se tomó como peso inicial, el peso de los tomates, y pasando un día se registró el peso de cinco tomates por cada tratamiento mediante el uso de una balanza,

por 14 días. La pérdida de peso se calculó según la ecuación, donde  $P_f$  es el peso final y  $P_i$  es el peso inicial.

$$\text{Pérdida de peso} = P_p = P_f - P_i$$

### 9.5.3. Firmeza

Para este análisis se tomó 5 tomates por cada tratamiento para medir la firmeza, se utilizó un penetrómetro y posteriormente los datos se registraron pasando dos días por el lapso de 14 días en el libro de campo. Este dato se expresó en (kg/cm<sup>2</sup>).

### 9.5.4. pH

Para ello se utilizó 5 frutos por cada tratamiento, se procedió a licuarlo y obtener el zumo de este para introducir el pH-metro, y se registró el valor que marcó el instrumento en el libro de campo cada 3 días por el lapso de 14 días.

### 9.5.5. Sólidos solubles totales

Para el contenido de sólidos solubles, se utilizó el zumo de la fruta y un refractómetro, posteriormente los datos se registraron cada 3 días por el lapso de 14 días en el libro de campo. Este dato se expresó en ° Brix.

### 9.5.6. Humedad

Se determinó por la técnica de secado en estufa; este método se basa en la evaporación del agua de la muestra mediante un calentamiento. Para ello se colocó 10 gramos de muestra de fresas en un recipiente de aluminio tarado y se introdujo en una estufa por 24 horas a una temperatura de 62°C. Una vez evaporada el agua, se determinó el peso de la muestra y por diferencia de peso se determinó el contenido de humedad. Se realizó dos tomas de datos una inicial y la segunda después de tres días. El porcentaje de humedad se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ humedad de muestra} = \frac{\text{Peso de agua evaporada}}{\text{Peso de muestra humeda}} * 100\%$$

**Fuente:** (AOAC, 2000)

### 9.5.7. Determinación de Cenizas

La técnica para determinación de cenizas fue mediante la incineración de una porción de muestra exactamente pesada en un crisol de porcelana y se introdujo en una mufla a una temperatura de 550 °C durante 3 horas. Posteriormente, se enfrió en un desecador hasta obtener una temperatura contante, y se pesó los crisoles con las muestras incineradas. Se realizó dos tomas de datos una inicial y la segunda después de tres días. El porcentaje de cenizas se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de cenizas en base seca} = \frac{\text{Peso de cenizas}}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

**Fuente:** (AOAC, 2000)

## **10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **10.1. Variación de pérdida de peso de tomate a diferentes días de cosechado**

En la Tabla 8, se muestra los resultados generales del ADEVA de pérdida de peso de tomate a diferentes días de cosechado. En el primer pesaje realizado a los 4 días de cosechado el tomate, no se evidencia ningún efecto significativo de las variables; frecuencia de riego (F), suspensión de riego (S), y color (C) de tomate, ni tampoco de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).

En el segundo pesaje realizado a los 6 días de cosechado el tomate, no se evidencia ningún efecto significativo de las variables; frecuencia de riego (F), suspensión de riego (S), y color (C) de tomate, ni tampoco de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).

En el tercer pesaje, realizado a los 8 días de cosechado no se evidencia ningún efecto significativo de las variables; frecuencia de riego (F), suspensión de riego (S), y color (C) de tomate, ni tampoco de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).

En el cuarto pesaje, realizado a los 10 días de cosechado se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego, sobre la diferencia peso de tomate, más no de ninguna de sus interacciones, ni del color.

En el quinto pesaje, realizado a los 12 días de cosechado, se evidenció un efecto significativo tanto de la frecuencia de riego, sobre el peso de tomate, más no de ninguna de sus interacciones, ni del color.

En el quinto pesaje, realizado a los 14 días de cosechado, se evidenció un efecto significativo tanto de la frecuencia de riego, como de la suspensión del riego sobre la pérdida peso de tomate, más no de ninguna de sus interacciones, ni del color.

**Tabla 8** :ADEVA para la pérdida de peso(gr) de tomate entre diferentes días de cosechado.

F.V.	gl	4 días			6 días			8 días			10 días			12 días			14 días		
		SC	P-valor	sig	SC	P-valor	sig	SC	P-valor	sig	SC	P-valor	sig	SC	P-valor	sig	SC	p-valor	sig
Repeticiones	2	0,1	0,7644	ns	14,1	0,4439	ns	1,3	0,604	ns	0,25	0,6917	ns	0,1	0,7644	ns	14,1	0,4439	ns
Frecuencia de riego (F)	3	0,25	0,6917	ns	1,26	0,6038	ns	10	0,079	ns	20,3	0,0143	*	26,29	0,0029	*	118,6	<0,0001	**
Suspensión de riego (S)	2	0,01	0,9594	ns	0,66	0,6166	ns	0,6	0,737	ns	0,84	0,7859	ns	2,2	0,5166	ns	82,97	<0,0001	**
Color (C)	1	0,01	0,7787	ns	0,08	0,7318	ns	0,7	0,416	ns	1,81	0,3129	ns	7,54	0,0771	ns	7,54	0,021	*
FxS	6	0,52	0,804	ns	2,52	0,7112	ns	3,4	0,757	ns	4,89	0,8274	ns	2,99	0,932	ns	18,64	0,2658	ns
SxC	3	1,88	0,2719	ns	4,88	0,0781	ns	3,2	0,381	ns	6,98	0,2719	ns	5,84	0,3247	ns	6,38	0,4459	ns
FxC	2	0,29	0,4433	ns	0,09	0,9331	ns	1,5	0,474	ns	5,32	0,2262	ns	0,7	0,808	ns	1,15	0,7837	ns
FxSxC	6	0,86	0,5545	ns	1,76	0,8506	ns	6,3	0,415	ns	6,74	0,692	ns	7,44	0,6073	ns	9,84	0,6522	ns
Error	48	8,35			32,3			49			83,28			78,69			112,8		
Total	71	12,2			43,6			74			130,2			131,7			352,5		
Promedio(g).		1.04			2.18			3,13			4.29			6,0.3			10.53		
CV (%)		7,25			8,83			7,5			6,25			7,63			4,62		

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

En la Tabla 8, se muestra los resultados generales de la variación de la pérdida de peso de tomate entre diferentes días de cosechado (2,4,6,8,10,12 y 14 días). Se evidenció un efecto significativo del factor frecuencia de riego y color en la pérdida de peso de tomate entre los 10,12,14 días de cosechado, no así para los otros factores y sus interacciones. A los 10,12,14 días de cosechado se registró un efecto altamente significativo de los factores frecuencia de riego y suspensión de riego, más no de ninguna de sus interacciones, ni del color.

### **Análisis y discusión**

La prueba de Tukey mostró que la frecuencia de riego (1) "todos los días" provocó la mayor pérdida de peso a los 10, 12 y 14 días después de la cosecha del tomate, con una pérdida de peso promedio de 5,06, 6,87 y 10,54 gramos, respectivamente. Por otro lado, el factor de suspensión del riego (1) "Sin interrupción" fue el responsable de la mayor pérdida de peso promedio a los 14 días con una pérdida de peso de 9,92 gramos. No se observó pérdida significativa de peso por factor de suspensión del riego a los 4, 6, 8, 10 y 12 días (Cuadro 7). El color tuvo un efecto significativo en la pérdida de peso después de 14 días, con Pink (2) (6,35 g) causando una mayor pérdida de peso que Tornado (5,7 g).

Estos resultados son consistentes con Dorai et al., (2001) donde encontraron que el riego intensivo (diario) también redujo la calidad de la fruta, lo que se asoció con un alto contenido de humedad (reducción de azúcares solubles, ácidos orgánicos, vitaminas, minerales y compuestos volátiles) y agrietamiento de la fruta. Según Hanson et al., (2003), la duración mínima del riego por goteo en condiciones de invernadero es de 18 minutos y puede llegar a las 4 horas y 18 minutos si el riego es frecuente.

En el estudio de Puértolas et al., (2020) se centró en la frecuencia de riego diario de los tomates, demostraron que esta frecuencia de riego puede ajustarse dependiendo de la sensibilidad de cada planta al déficit hídrico del suelo y a la humectación. Una de las formas de mejorar las características sensoriales y nutricionales de los frutos de tomate de invernadero sin reducir el

rendimiento es mantener los parámetros ambientales adecuados en el invernadero (luz, temperatura, humedad, enriquecimiento de CO<sub>2</sub>) y utilizar nuevos métodos de cultivo (CE más alta, riego y soluciones nutritivas, uso de calcio y boro en frutos)(Dorai et al., 2001).

### Prueba de Tukey para pérdida de peso de tomate a diferentes días de cosechado.

**Tabla 9:** Prueba de Tukey (5%) para la pérdida de peso de tomate a diferentes días de cosechado

Frecuencia de riego.	10 días.		12 días.		14 días.	
	Medias.	Rango	Medias	Rango	Medias.	Rango.
F4: Pasando 3 días.	3,57	A	5,21	A	7,4	A
F3: Pasando 2 días.	4,18	AB	5,81	AB	7,43	A
F2: Pasando 1 día.	4,37	AB	6,21	AB	8,76	B
F1. Todos los días.	5,06	B	6,87	B	10,54	C

14 días.		
Suspensión de riego.	Medias.	Rango.
S3: 5 días antes de la cosecha.	7,3	A
S2:3 días antes de la cosecha	8,38	B
S1: Sin Suspensión.	9,92	C

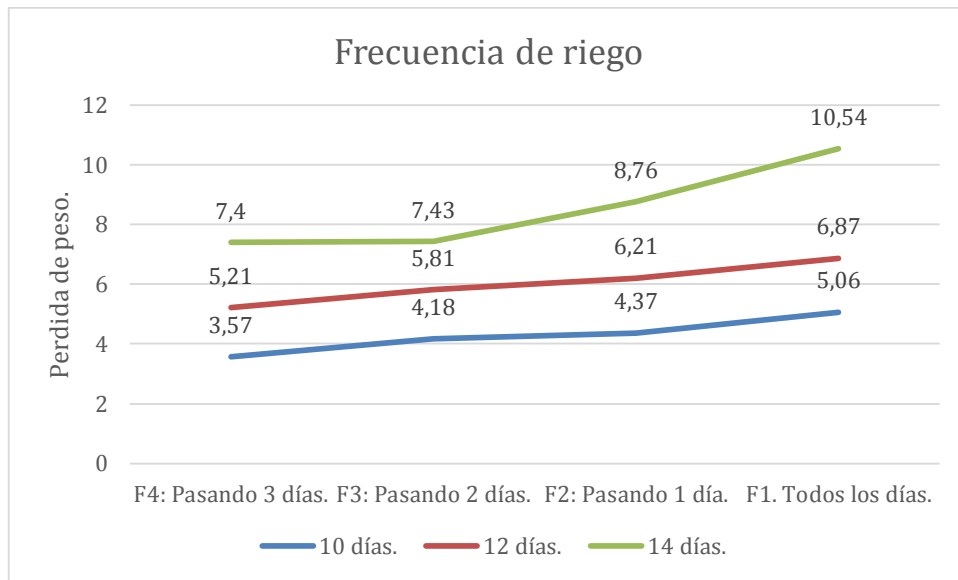
14 días		
Color.	Medias.	Rango.
C1: Color (Tornado).	5,7	A
C2:(Rosa).	6,35	B

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

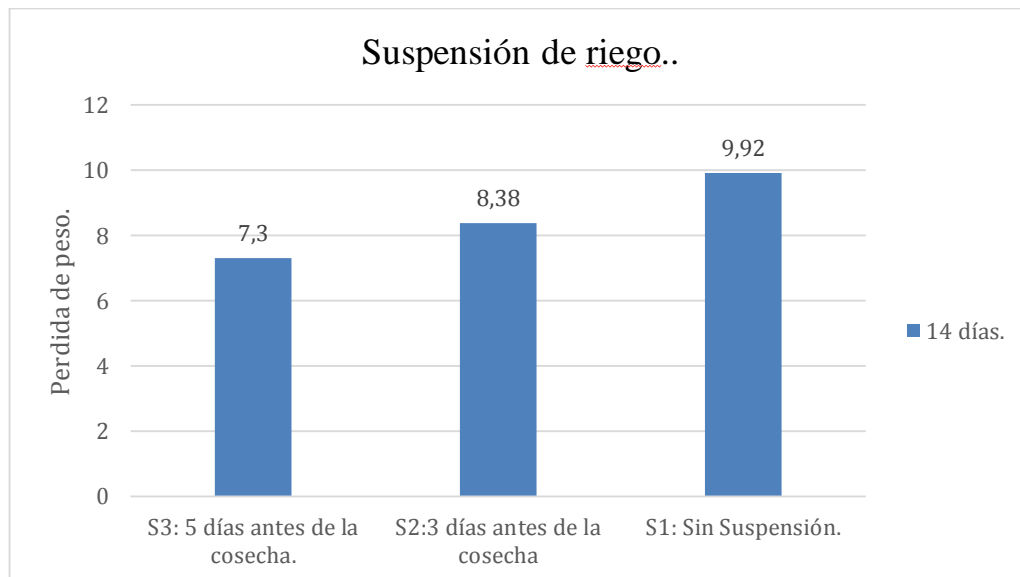
En la Figura 2, se puede observar el porcentaje de pérdida de peso, con respecto a la frecuencia de riego (1) “todos los días” se obtuvo una mayor pérdida de peso con un promedio de 10.54 en comparación a los otros tratamientos. Con respecto a la suspensión de riego, también se evidenció un efecto altamente significativo, siendo el tratamiento S1 (sin suspensión de riego) el que mostró

mayor pérdida de peso (9.92) respecto a las otras dos suspensiones (Figura 2). En esta etapa el color (2) obtuvo una mayor pérdida de peso con un promedio (6.35) en comparación al color 1(Tornado).

**Figura 2:** Pérdida de peso promedio a diferentes días de evaluación después de la cosecha

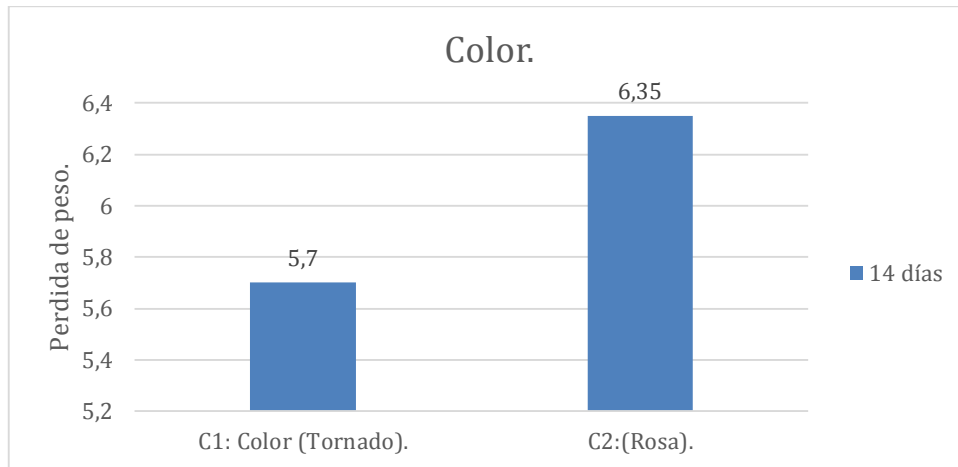


**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).



**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).





**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

## 10.2. Incidencia de enfermedades y fisiopatías del tomate a diferentes días de cosechado

En la Tabla 10, se muestra los resultados generales del ADEVA de incidencia de plagas y enfermedades de tomate a diferentes días de cosechado. En el primer pesaje realizado a los 2 días de cosechado el tomate, no se evidencia ningún efecto significativo de las variables; frecuencia de riego (F), suspensión de riego (S), y color (C) de tomate, ni tampoco de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).

En el segundo pesaje realizado a los 4 días de cosechado el tomate, no se evidencia ningún efecto significativo de las variables; frecuencia de riego (F), suspensión de riego (S), y color (C) de tomate, ni tampoco de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).

En el tercer pesaje, realizado a los 6 días de cosechado no se evidencia ningún efecto significativo de las variables; frecuencia de riego (F), suspensión de riego (S), y color (C) de tomate, ni tampoco de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).

En el cuarto pesaje, realizado a los 8 días de cosechado se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego, como la suspensión riego y del color sobre el porcentaje de incidencia de plagas y enfermedades del tomate, más no de ninguna de sus interacciones.

En el quinto pesaje, realizado a los 8 días de cosechado se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego, como la suspensión riego y del color sobre el porcentaje de incidencia de plagas y enfermedades del tomate, más no de ninguna de sus interacciones.

En el sexto pesaje, realizado a los 12 días de cosechado se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego, como la suspensión riego y del color sobre el porcentaje de incidencia de plagas y enfermedades del tomate, más no de ninguna de sus interacciones.

En el séptimo pesaje a los 14 días de cosechado se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego, como la suspensión riego y del color sobre el porcentaje de incidencia de plagas y enfermedades del tomate, más no de ninguna de sus interacciones.

**Tabla 10:** ADEVA para % incidencia de plagas y enfermedades de tomate a diferentes días de cosechado.

F.V.	2 días			4 días			6 días			8 días			10 días			12 días			14 días			
	g l	SC	P-valor	sig	SC	P-valor	sig	SC	P-valor	sig	SC	P-valor	sig	SC	P-valor	sig	SC	P-valor	sig	SC	P-valor	sig
Repeticiones	2	0,000	sd	n	0,000	sd	n	0,002	0,6208	n	0,02	0,6208	n	0,0161	0,3757	n	0,0111	0,3757	n	0,02	0,6208	n
Frecuencia de riego (F)	3	0,00	sd	n	0,00	sd	n	0,00	sd	n	200,00	0,00	0,00	295,00	<0,0001	*	375,00	<0,0001	*	340,00	<0,0001	*
Suspensión de riego (S)	2	0,00	sd	n	0,00	sd	n	0,00	sd	n	160,00	0,00	0,00	630,00	<0,0001	*	124,00	<0,0001	*	117,00	<0,0001	*
Color (C)	1	0,00	sd	n	0,00	sd	n	0,00	sd	n	180,00	<0,0001	*	450,00	0,0008	*	450,00	0,0012	*	800,00	0,0005	*
FxS	6	0,00	sd	n	0,00	sd	n	0,00	sd	n	400,00	sd	n	290,00	sd	n	120,00	sd	n	230,00	sd	n
SxC	2	0,00	sd	n	0,00	sd	n	0,00	sd	n	100,00	sd	n	150,00	sd	n	550,00	sd	n	400,00	sd	n
FxC	3	0,00	sd	n	0,00	sd	n	0,00	sd	n	0,00	sd	n	300,00	sd	n	0,00	sd	n	100,00	sd	n
FxSxC	6	0,00	sd	n	0,00	sd	n	0,00	sd	n	800,00	sd	n	900,00	sd	n	800,00	sd	n	110,00	sd	n
Error	46	0,00			0,00			0,00			0			0,00			5E-12			0,00		
Total	71	0,00			0,00			0,00			11200			13950			19150			19800		
Promedio (%)		0,00			0,00			0,00			13,33			27,50			44,167			65		
CV (%)		0,00			0,00			0,00			3,2			4,75			2,04			176		

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

En la Tabla 10, se muestra los resultados generales de % de incidencia de plagas y enfermedades del tomate entre diferentes días de cosechado (2,4,6,8,10,12 y 14 días).

## **Análisis y discusión**

Según la prueba de Tukey, la frecuencia de riego (1) “todos los días” fue la frecuencia de riego que tuvo mayor efecto en la aparición de plagas y enfermedades a los 8, 10, 12 y 14 días después de la cosecha del tomate, con un promedio de 20, 53, 33 y 73, respectivamente, 33%. Por otro lado, el factor “no descanso” por dejar de regar (1) determinó un mayor porcentaje de plagas y enfermedades a los 8, 10, 12 y 14 días con una pérdida de peso del 52,5%. El color tuvo un efecto significativo en la incidencia de plagas y enfermedades a los 10, 12 y 14 días, con una pérdida de peso del rosa (68,63%) superior a la del huracán (61,67%).

No hubo evidencia de incidencia significativa de plagas y enfermedades en los días 2, 4 y 6 con la frecuencia de riego, la lechada de enjuague y el color y sus interacciones. De los resultados obtenidos, se puede concluir que el riego frecuente (diario) y el riego sin falta de agua provocan enfermedades y padecimientos fisiológicos. Se han reportado enfermedades o fenómenos fisiopatológicos en tomate causados directamente por deficiencia de calcio o indirectamente por estrés hídrico de la planta, especialmente durante las últimas semanas de cosecha (Obreza et al., 1996).

Por otro lado Agrios, (1988) apoya la sabiduría convencional de que las plantas con estrés hídrico son más susceptibles a las enfermedades que las plantas sin estrés. En otras palabras: la insuficiencia de agua en los tomates puede conducir al desarrollo de enfermedades. Los resultados de este estudio sugieren lo contrario, a saber, que el riego de alta frecuencia en ausencia de estrés hídrico aumenta la probabilidad de aparición de enfermedades. Esto puede deberse a otros factores, como el espaciamiento entre plantas y hileras, la temperatura adecuada y las condiciones de humedad relativa en el invernadero, que pueden afectar la distribución de la enfermedad (Obreza et al., 1996).

Los resultados presentados aquí son consistentes con otros estudios que muestran que el riego excesivo diario aumenta la incidencia de enfermedades y podredumbre, mientras que la falta de riego, especialmente durante el desarrollo de la fruta, reduce el rendimiento. Independientemente

del sistema de riego utilizado, el riego moderado durante la fase vegetativa promovió la formación de raíces más profundas y aumentó los sólidos solubles totales durante el crecimiento y la maduración del tomate (Marouelli et al., 2004)

**Tabla 11:** Prueba de Tukey (5%) para fisiopatía de tomate a diferentes días de cosechado

Frecuencia de riego.	8 días.		10 días.		12 días.		14 días.	
	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.
F3: Pasando 2 días.	6,67	A	20	A	33,33	A	56,67	A
F2: Pasando 1 día.	10	B	23,33	B	43,33	B	60	A
F4: Pasando 3 días.	16,67	B	30	B	46,67	B	70	B
F1. Todos los días.	20	C	36,67	C	53,33	C	73,33	B

Suspensión de riego.	8 días.		10 días.		12 días.		14 días.	
	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.
S3: 5 días antes de la cosecha.	10	A	17,5	A	32,5	A	52,5	A
S2: 3 días antes de la cosecha	10	B	25	B	37,5	B	60	B
S1: Sin Suspensión.	20	C	40	C	62,5	C	82,5	C

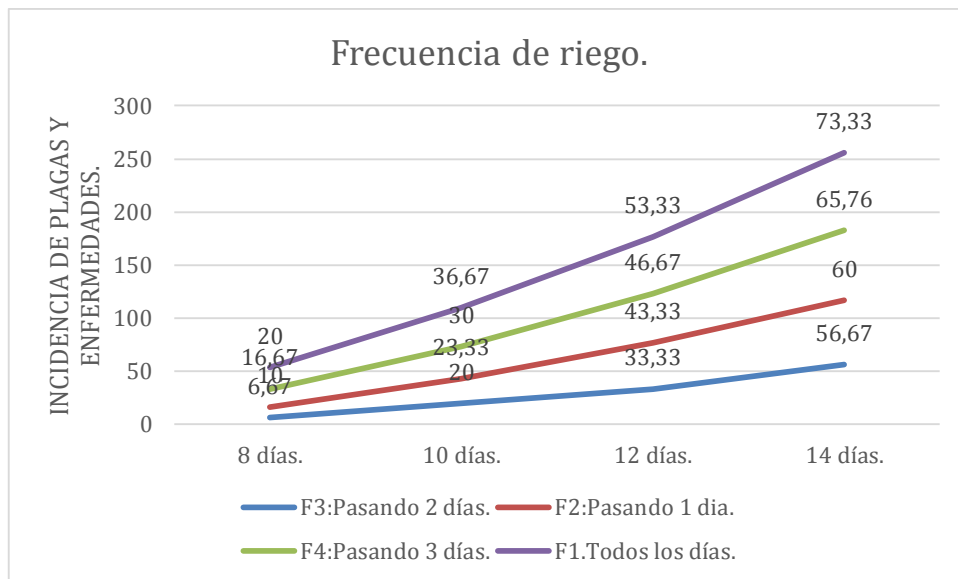
  

Color.	8 días		10 días		12 días		14 días	
	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.
C1: Color (Tornado).	8,33	A	25	A	41,67	A	61,67	A
C2:(Rosa).	18,33	B	35	B	46,67	B	68,33	B

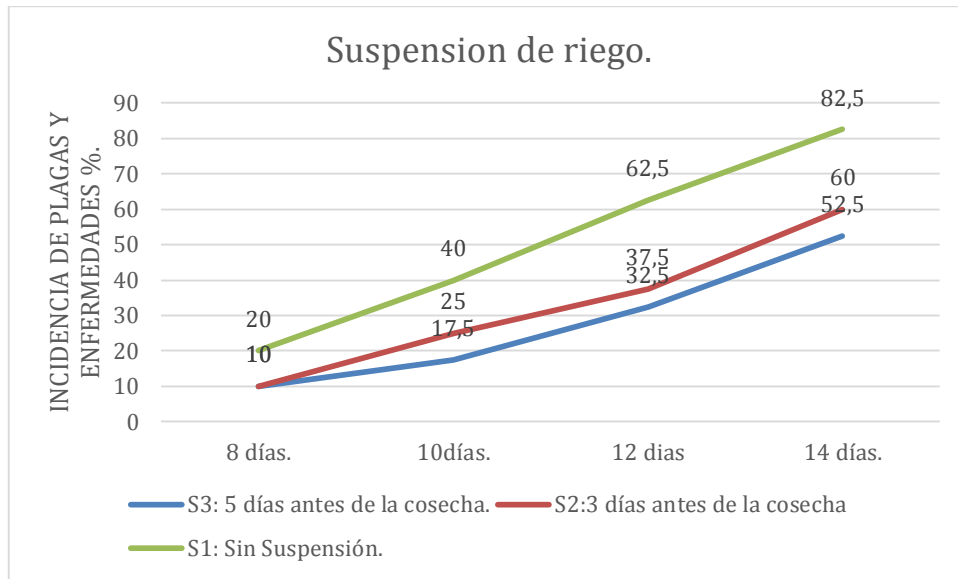
**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

En la Figura 3, se puede observar el porcentaje de pérdida de peso, con respecto a la frecuencia de riego (1) “todos los días” se obtuvo una incidencia de plagas y enfermedades con un promedio de 73.33% en comparación a los otros tratamientos. Con respecto a la suspensión de riego, también se evidenció un efecto altamente significativo, siendo el tratamiento S1 (sin suspensión de riego) el que mostró mayor incidencia de plagas y enfermedades (82.5%) respecto a las otras dos suspensiones (Figura 2). En esta etapa el color (2) obtuvo una mayor pérdida de peso con un promedio (68.33%) en comparación al color 1(Tornado).

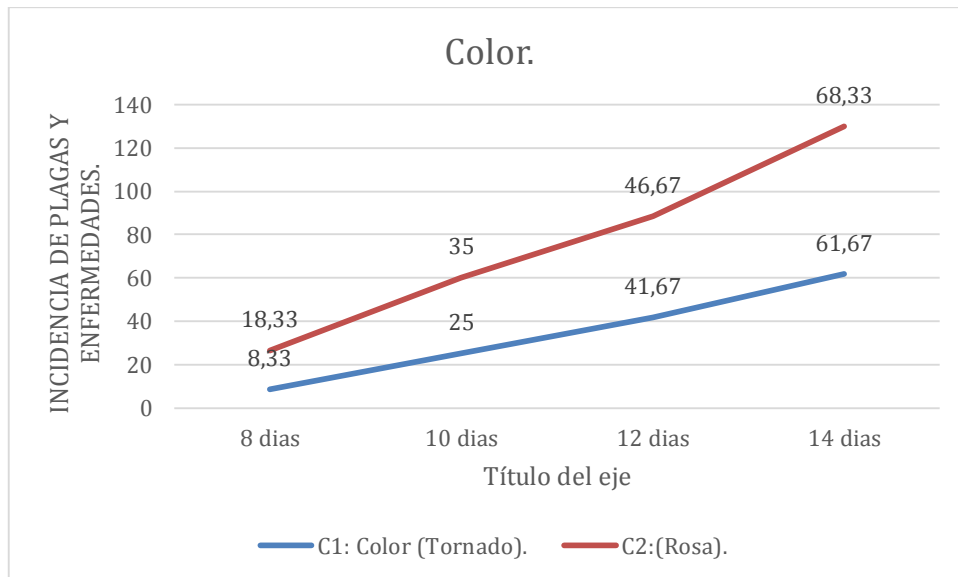
**Figura 3:** Evaluación de tratamientos del porcentaje de tomates con fisiopatías a diferentes días de cosechado.



**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).



**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).



**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

### **10.3. Variación de la variable firmeza a diferentes días de cosechado.**

En la Tabla 12, se muestra los resultados generales del ADEVA de firmeza de tomate a diferentes días de cosechado. En el primer pesaje realizado a los 2 días se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego(F), más no de sus otros factores y de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).

En el primer segundo pesaje realizado a los 5 días se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego (F), como la suspensión riego (S), más no de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC) ni del color. En el tercer pesaje, realizado a los 8 días de cosechado se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego, como la suspensión sobre la firmeza del tomate, más no de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC) ni del color.

En el cuarto pesaje, realizado a los 11 días de cosechado se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego, como la suspensión y color sobre la firmeza del tomate, más no de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).

En el quinto pesaje, realizado a los 14 días de cosechado se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego, como la suspensión y color sobre la firmeza del tomate, más no de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).



**Tabla 12:** ADEVA para la variable firmeza de tomate a diferentes días de cosechado.

F.V.	2 días				5 días				8 días			11 días			14 días		
	g l	S C	p- valor	si g	S C	p- valor	si g	SC	p- valor	si g	SC	p- valor	si g	SC	p- valor	si g	
Repeticiones	2	0,28	0,3606	ns	0,28	0,3606	Ns	0	0,3606	ns	0	0,9965	ns	0,01	0,9848	ns	
Frecuencia de riego (F)	3	0,02	0,4975	ns	0,01	0,5665	Ns	0,65	<0,0001	**	1,09	<0,0001	**	4,76	<0,0001	**	
Suspensión de riego (S)	2	8,26	<0,0001	**	8,29	<0,0001	**	9,61	<0,0001	**	8,77	<0,0001	**	3,85	<0,0001	**	
Color (C)	1	0,02	0,1026	ns	0,02	0,1026	Ns	0,02	0,1026	ns	0,08	<0,0001	**	0,36	<0,0001	**	
FxS	6	0,02	0,1026	ns	0,03	0,2206	Ns	0,41	0,4052	ns	0,24	0,1339	ns	0,02	0,1026	ns	
SxC	2	0,01	0,4976	ns	0,01	0,5766	Ns	0,02	0,5766	ns	0,41	0,4052	ns	0,23	0,2207	ns	
FxC	3	0,03	0,2207	ns	0,09	0,5766	Ns	0,23	0,2207	ns	0,02	0,5766	ns	0,41	0,4052	ns	
FxSxC	6	0,02	0,1026	ns	0,09	0,0768	Ns	0,07	0,0768	ns	0,41	0,4052	ns	0,24	0,1339	ns	
Error	46	0,09	0,0768		0,35			0,32			0,09			0,05			
Total	71	0,35			9,76			11,16			10,81			11,87			
Promedio (Nw/Kg)		2,98				2,88			2,79			2,73			2,54		
CV (%)		2,85				2,95			2,11			1,61			1,23		

Nota. ns ( ), significativo(\*), muy significativo (\*\*)

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022)

En la Tabla 12, se muestra los resultados generales de la variación firmeza del tomate entre diferentes días de cosechado (2,4,6,8,10,12 y 14 días). Se evidenció un efecto significativo de los factores frecuencia de riego, suspensión de riego y color en la firmeza del tomate entre los 2.4.6.8.10 días de cosechado, no así para sus interacciones. Mientras que para los días 2.4.6.8.10.12 días de cosechado no se registró un efecto significativo de los factores frecuencia de riego y suspensión de riego ni de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).

## Análisis y discusión

Acorde a la prueba de Tukey, la frecuencia de riego (1) “Todos los días”, fue la que determinó una menor firmeza a los 8,11 y 14 días de cosechado el tomate con porcentaje promedio de 2.67;2.54;2.12 respectivamente. Por su parte, el factor suspensión de riego (1) “sin suspensión” fue el que registró una menor firmeza a los 8;11 y14 días, con una disminución de firmeza de 2.53;2.43;2.3;2.26;2.23. El color influyo significativamente en la firmeza a los 11 y 14 días teniendo una mayor firmeza el color (2) Rosa (2.76) que el color Tornado (2.61). No se evidenció significancia sobre firmeza en ninguna de sus interacciones.

La frecuencia de riego “pasando 2 días” y “pasando 3 días” provocaron una mayor firmeza del tomate a diferentes días de cosechado. Estos resultados se concuerdan con los encontrados por Liu et al., (2013) donde la frecuencia de riego aumentó significativamente la firmeza del fruto, además de otros factores como la eficiencia en el uso del agua, el número de frutos y el contenido total de sólidos solubles. Por el contrario una alta frecuencia diaria de riego puede afectar la firmeza del fruto Liu et al., (2013). Wang et al., (2011) encontró que la frecuencia y la cantidad de riego tienen un efecto similar sobre la firmeza de la fruta, al igual que la cantidad de sólidos solubles totales, por lo tanto, la firmeza de la fruta mejora al aumentar el contenido de sólidos solubles totales y la densidad celular del tomate.

**Tabla 13:** Prueba de Tukey (5%) para la variable firmeza de tomate a diferentes días de cosechado.

Frecuencia de riego	8 días.		11 días.		14 días.	
	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.
F4: Pasando 3 días.	2,9	A	2,85	A	2,7	A
F3: Pasando 2 días.	2,87	A	2,83	A	2,78	A
F2: Pasando 1 día.	2,73	B	2,69	B	2,56	B
F1. Todos los días.	2,67	B	2,54	C	2,12	C

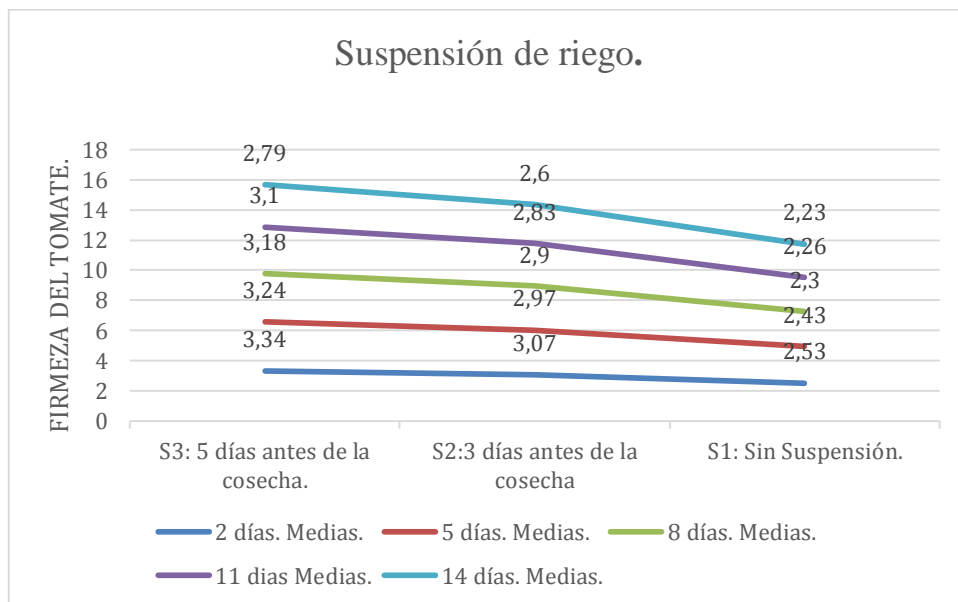
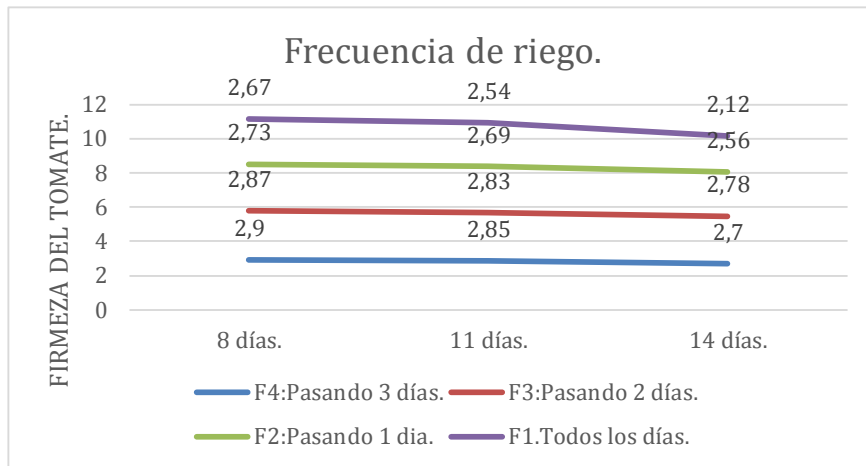
Suspensión de riego.	2 días.		5 días.		8 días.		11 días		14 días.	
	Media s.	Rango o.	Media s.	Rango o.	Media s.	Rango o.	Media s.	Rango o.	Media s.	Rango o.
S3: 5 días antes de la cosecha.	3,34	A	3,24	A	3,18	A	3,1	A	2,79	A
S2: 3 días antes de la cosecha	3,07	B	2,97	B	2,9	B	2,83	B	2,6	A
S1: Sin Suspensión.	2,53	C	2,43	C	2,3	C	2,26	C	2,23	B

Color.	11 días		14 días	
	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.
C1: Color (Tornado).	2,76	A	2,61	A
C2:(Rosa).	2,7	B	2,47	B

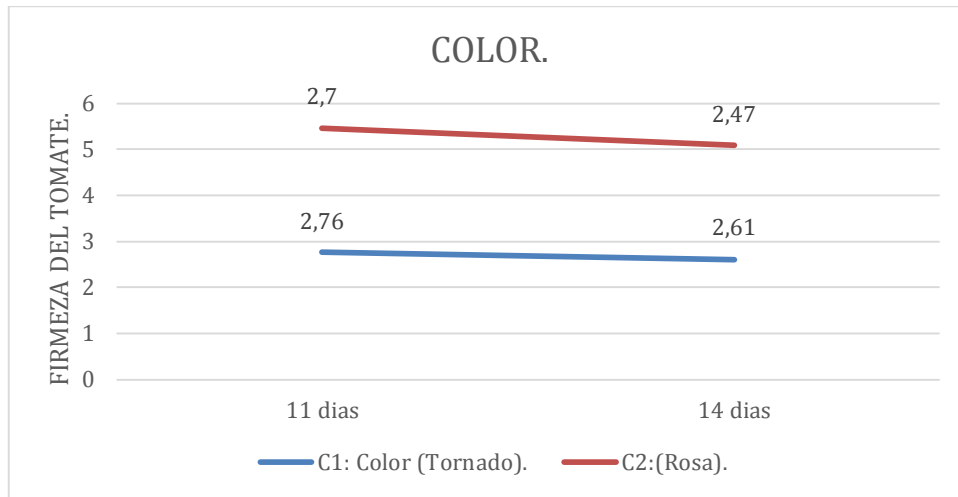
**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

En la Figura 4, se puede observar los valores promedio de firmeza del tomate entre diferentes fechas de evaluación (8, 11 y 14 días), siendo a los 8 días donde se presentó una mayor firmeza (2,9Nw/Kg) de la frecuencia 4 (pasando 3 días), seguido a los 11 días con 2,85 Nw/Kg, y los 14 días con 2,7 Nw/Kg.

**Figura 4:** Firmeza promedio a diferentes días de evaluación después de la cosecha



**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).



**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

#### 10.4. Variación de pH a diferentes días de cosechado

En la Tabla 10, se muestra los resultados generales del ADEVA de pH de tomate a diferentes días de cosechado. A los 2 días no se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego (F), suspensión de riego (S), y color más no de ninguno de sus otros factores y de ninguna de sus interacciones (F $\times$ S), (S $\times$ C), (F $\times$ S $\times$ C).

A los 5 días se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego (F), como la suspensión riego (S), más no de ninguna de sus interacciones (F $\times$ S), (S $\times$ C), (F $\times$ S $\times$ C) ni del color.

A los 8 días de cosechado se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego, como la suspensión sobre el pH del tomate, más no de ninguna de sus interacciones (F $\times$ S), (S $\times$ C), (F $\times$ S $\times$ C) ni del color.

A los 11 días de cosechado se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego, como la suspensión sobre la firmeza del tomate, más no de ninguna de sus interacciones (F $\times$ S), (S $\times$ C), (F $\times$ S $\times$ C) ni del color.

A los 14 días de cosechado se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego, como la suspensión y color sobre el pH del tomate, más no de ninguna de sus interacciones (F $\times$ S), (S $\times$ C), (F $\times$ S $\times$ C).

**Tabla 14:** ADEVA para la variable pH de tomate a diferentes días de cosechado.

F.V.	g l	2 días			5 días			8 días			11 días			14 días		
		SC	P-valor	sig	SC	P-valor	sig	SC	P-valor	sig	SC	P-valor	sig	SC	P-valor	sig
Repeticiones	2	0,0011	0,3757	ns	0,28	0,3606	Ns	0,0011	0,786	ns	0,24	0,9965	ns	0,0011	0,3757	ns
Frecuencia de riego (F)	3	0,16	0,4438	ns	0,4	<0,0001	**	0,46	<0,0001	**	0,37	<0,0001	**	0,19	<0,0001	**
Suspensión de riego (S)	2	0,01	0,8303	ns	0,27	<0,0001	**	0,55	<0,0001	**	0,44	<0,0001	**	0,18	<0,0001	**
Color (C)	1	0,0006	0,8739	ns	0,0035	0,3892	Ns	0,0002	0,3223	ns	0,00056	0,7922	ns	0,13	<0,0001	**
FxS	6	0,14	0,3886	ns	0,15	0,4339	Ns	0,09	0,1177	ns	0,15	0,4339	ns	0,09	0,1177	ns
SxC	2	0,08	0,3208	ns	0,1	0,2476	Ns	0,02	0,4197	ns	0,1	0,2476	ns	0,02	0,4197	ns
FxC	3	0,02	0,6192	ns	0,01	0,8102	Ns	0,03	0,1932	ns	0,01	0,8102	ns	0,03	0,1932	ns
FxSxC	6	0,12	0,4737	ns	0,15	0,4291	Ns	0,06	0,2634	ns	0,15	0,4291	ns	0,06	0,2634	ns
Error	46	0,2			0,21			0,11			0,38			0,03		
Total	71	2,14			2,25			1,35			1,39			0,96		
Promedio		4,16			4,22			4,27			4,30			4,36		
CV (%)		1,58			1,61			1,16			1,61			0,54		

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

En la Tabla 14, se muestra los resultados generales de sólidos de tomate entre diferentes días de cosechado (2,4,6,8,10,12 y 14 días). Se evidenció un efecto significativo de los factores frecuencia de riego, suspensión de riego y color en el pH del tomate y enfermedades de peso de tomate entre los 5,8,11,14 días de cosechado, no así por sus interacciones. Mientras que para los días 2,4,6,8,10,12 días de cosechado no se registró un efecto significativo de los factores frecuencia de riego y suspensión de riego ni de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).

### **Análisis y discusión**

Acorde a la prueba de Tukey, la frecuencia de riego (4) “Pasando 3 días”, fue la que mostró un mayor pH del tomate respecto a los otros tratamientos, con promedios de 4,27; 4,28; 4,33; 4,42. Con la frecuencia de riego (2) “todos los días” se obtuvo un pH ligeramente menor de 4,06; 4,01 respecto a los otros tratamientos. Por lo tanto, se evidenció un efecto de la frecuencia de riego sobre el pH del tomate (Tabla 13). Respecto a la suspensión de riego, también se evidenció un efecto ligeramente significativo sobre el pH del tomate, siendo el tratamiento 1 (sin suspensión de riego) el que mostró menor pH (4,05; 4,08; 4,09; 4,3) respecto a las otras dos suspensiones. El color influyó en el pH del tomate a los 14 días de cosechado siendo el color tornado el que mostró un mayor pH (4,4) en comparación del color rosa (4,31).

Acorde a la prueba de Tukey, la frecuencia de riego (3) “pasando 2 días”, fue la que mostró ligeramente menor pH del tomate respecto a los otros tratamientos, con un promedio de 4,27 siendo un pH ligeramente ácido. Con la frecuencia de riego (2) “pasando 1 día” se obtuvo un pH ligeramente mayor de 4,42 respecto a los otros tratamientos, el cual sigue siendo ácido. Por lo tanto, se evidenció un efecto de la frecuencia de riego sobre el pH del tomate a los 14 días de cosechado (Tabla 11). Respecto a la suspensión de riego, también se evidenció un efecto ligeramente significativo sobre el pH del tomate, siendo el tratamiento 1 (sin suspensión de riego) el que mostró mayor pH (4,41) respecto a las otras dos suspensiones. El color “1” (Tornado) obtuvo ligeramente mayor pH (4,40) que el color Rosa “2” (4,31) mostrando diferencias significativas entre ambos.

En los resultados se encontró que una menor frecuencia de riego incrementa el pH del tomate en todas las fechas evaluadas después de la cosecha. Estos resultados concuerdan con estudios de Agbemafle et al., (2014), y se contrasta con la investigación de Colimba-Limaico et al., (2022) quien menciona que en cuanto a la calidad del fruto, el pH no se vio afectado significativamente por la frecuencia de riego. En un estudio de Rodríguez-Ortega et al., (2017) se evidenció que una menor frecuencia de riego disminuyó el pH del tomate, esto puede obedecer a un aumento de la temperatura interna del invernadero que afecta las características químicas del tomate. En la presente investigación la temperatura interna del invernadero no sobrepasó los 30°C, por lo cual no se vio disminuido el pH.

**Tabla 15** Test de Tukey (5%) para la variable pH en diferentes días de cosechado

Rango.	5 días.		8 días.		11 días.		14 días.	
	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.
F4: Pasando 3 días.	4,27	A	4,28	A	4,33	A	4,42	A
F3: Pasando 2 días.	4,17	B	4,18	B	4,22	B	4,38	B
F2: Pasando 1 días.	4,12	B	4,12	B	4,19	B	4,35	B
F1: Todos los días.	4,06	C	4,1	C	4,13	C	4,28	C

Suspensión de riego.	5 días.		8 días.		11 días		14 días.	
	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.
S3: 5 días antes de la cosecha.	4,24	A	4,25	A	4,28	A	4,42	A
S2: 3 días antes de la cosecha	4,11	B	4,14	B	4,15	B	4,35	B
S1: Sin Suspensión.	4,05	C	4,08	C	4,09	C	4,3	C

Color.	14 días	
	Medias.	Rango.
C1: Color (Tornado).	4,4	A
C2:(Rosa).	4,31	B

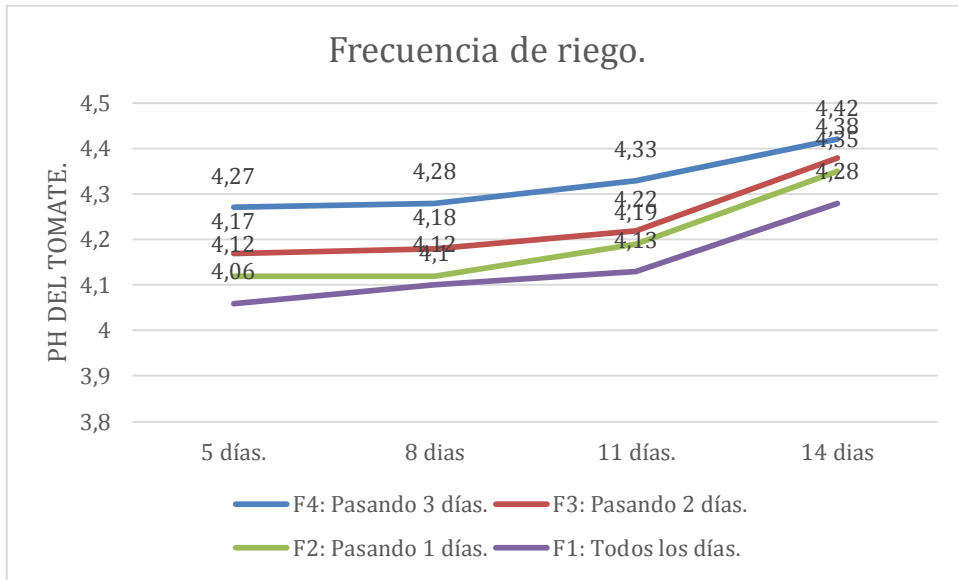
*Nota.* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022)

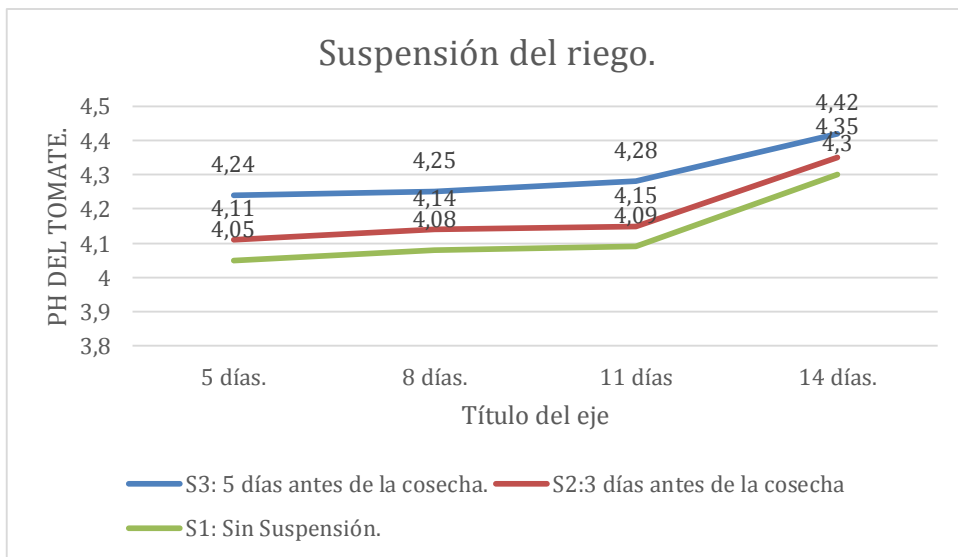


En la Figura 5, se puede observar los valores promedio de pH del tomate entre diferentes fechas de evaluación (5.8.11.14 días), siendo a los 14 días donde se presentó un pH ligeramente mayor (4,42), respecto a los otros días de evaluación.

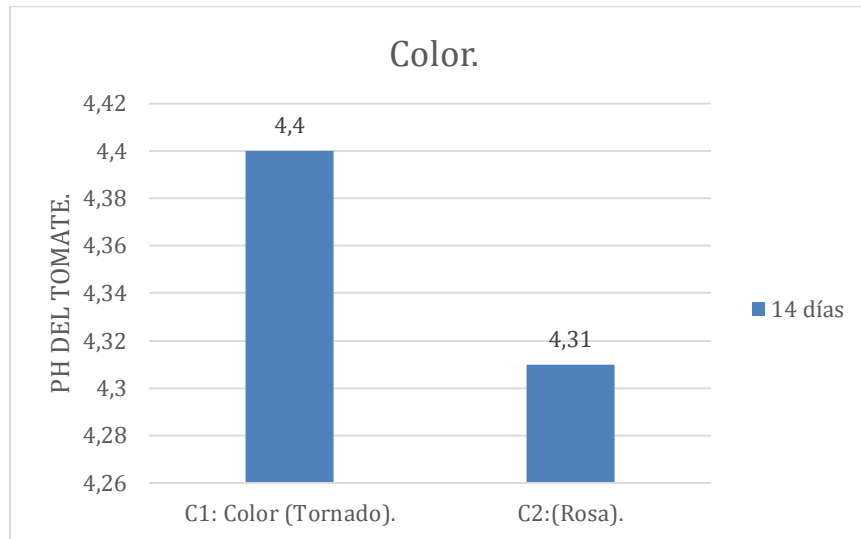
**Figura 5:** PH promedio a diferentes días de evaluación después de la cosecha



**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).



**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).



**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

### 10.5. Variación de sólidos solubles a diferentes días de cosechado

En la Tabla 16, se muestra los resultados generales del ADEVA de sólidos solubles del tomate a diferentes días de cosechado. En el primer pesaje realizado a los 2 días no se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego (F), suspensión de riego (S), color y de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).

A los 5 días se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego (F), como la suspensión de riego (S), color y de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC) ni del color.

A los 8 días de cosechado se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego, como la suspensión sobre sólidos solubles del tomate, más no de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC) ni del color. A los 11 días de cosechado se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego, como la suspensión sobre sólidos solubles del tomate, más no de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC) ni del color. A los 14 días de cosechado se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego, como la suspensión sobre el pH del tomate, y de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC) ni del color.

**Tabla 16** ADEVA para la variable sólidos solubles de tomate a diferentes días de cosechado

F.V.	2 días				5 días				8 días				11 días				14 días			
	g l	S C	P-valor	sig	SC	p-valor	sig	SC	p-valor	sig	SC	p-valor	sig	SC	p-valor	sig				
Repeticiones	2	0,13	0,0627	ns	0,02	0,6208	ns	0,02	0,6208	ns	0,02	0,6208	ns	0,0011	0,3757	ns				
Frecuencia de riego (F)	3	0,05	0,8571	ns	2,31	<0,0001	**	3,51	<0,0001	**	3,51	<0,0001	**	3,51	<0,0001	**				
Suspensión de riego (S)	2	0,08	0,2826	ns	1,92	<0,0001	**	7,88	<0,0001	**	7,88	<0,0001	**	7,88	<0,0001	**				
Color (C)	1	0,02	0,3166	ns	0,02	0,3166	ns	0,02	0,3166	ns	0,31	0,2775	ns	0,03	0,6124	ns				
FxS	6	0,05	0,8571	ns	0,05	0,8571	ns	0,05	0,8571	ns	0,05	0,8571	ns	0,02	0,3166	ns				
SxC	2	0,08	0,2826	ns	0,08	0,2826	ns	0,08	0,2826	ns	0,02	0,3166	ns	0,08	0,2826	ns				
FxC	3	0,09	0,1027	ns	0,09	0,1027	ns	0,09	0,1027	ns	0,05	0,8571	ns	0,05	0,8571	ns				
FxSxC	6	0,05	0,8571	ns	0,05	0,8571	ns	0,05	0,8571	ns	0,08	0,2826	ns	0,09	0,1027	ns				
Error	46	0,9			0,9			0,85			0,85			0,87						
Total	71	8,08			8,08			18,23			18,23			18,23						
Promedio(°brix)		4,48			4,58			4,81			4,86			4,91						
CV (%)		4,94			5,05			5,92			3,2			1,67						

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

En la Tabla 16, se muestra los resultados generales de sólidos solubles entre diferentes días de cosechado (2,4,6,8,10,12 y 14 días). Se evidenció un efecto significativo de los factores frecuencia de riego, suspensión de riego y color en el pH del tomate de tomate entre los 5,8,11,14 días de cosechado, no así para sus interacciones. Mientras que para los días 2.4.6.8.10.12 días de cosechado no se registró un efecto significativo de los factores frecuencia de riego y suspensión de riego ni de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).

Acorde a la prueba de Tukey, la frecuencia de riego (3) “pasando 2 días”, fue la que mostró ligeramente mayor cantidad de sólidos solubles en el tomate respecto a los otros tratamientos a diferentes días de cosechado, con promedios de 4,83;4.93;5,04;5,14 brix. Con la frecuencia de riego (1) “todos los días” se obtuvo una menor cantidad de sólidos solubles con un promedio de 4,22;4,32;4.58;4.68 brix respecto a los otros tratamientos. Por lo tanto, si se evidenció un efecto de la frecuencia de riego sobre la cantidad de sólidos solubles del tomate a los 14 días de cosechado (Tabla 15). Respecto a la suspensión de riego, también se evidenció un efecto significativo sobre la cantidad de sólidos solubles, siendo el tratamiento 3 (suspensión 5 días antes de la cosecha) el que mostró mayor cantidad de sólidos solubles (4,20 brix) respecto a las otras dos suspensiones. En esta etapa el color del tomate no tuvo influencia en la cantidad total de sólidos solubles.

Respecto a los sólidos solubles se evidenció que a una menor frecuencia de riego (pasando 3 días) se obtiene una mayor cantidad de sólidos solubles después de varios días de cosechado (9 a 14 días). Estos resultados coinciden con los hallazgos encontrados por Rodríguez-Ortega et al., (2017) donde se determinó que la calidad de los frutos de tomate se vio afectada por la frecuencia de riego, siendo que los frutos de las plantas que recibieron riego con menor frecuencia tuvieron una mayor concentración de sólidos solubles que los frutos de tratamientos que recibieron una mayor frecuencia de riego. Esto obedece a que posibles factores una mayor tasa de absorción de agua de las plantas, que permite producir frutos de mayor peso y, por tanto, diluir los sólidos solubles (Ismail et al., 2008). Otro factor influyente obedece a un bajo déficit hídrico, en donde las plantas aumentan la síntesis de solutos orgánicos, como los azúcares, para lograr el ajuste osmótico y evitar la deshidratación (Marouelli et al., 2004).

Se ha comprobado que una alta disponibilidad de agua para la planta puede influir negativamente en el contenido de sólidos solubles y en el porcentaje de azúcares reductores presentes en el fruto del tomate (Favati et al., 2009). Diversos autores encontraron que el déficit hídrico y la suspensión de riego influyó positivamente en los sólidos solubles, determinando valores más altos de este parámetro en comparación con los obtenidos en condiciones de riego diario (Kirnak et al., 2001; Favati et al., 2009; Blanco et al., 2019). El hecho de que los tomates obtenidos en condiciones de

riego deficitario se caractericen por un mayor contenido en sólidos solubles respecto a los tomates regados con volúmenes adecuados de agua, es importante para la industria del tomate, debido a la menor cantidad de energía necesaria para evaporar el agua del fruto cuando se produce pasta de tomate o zumo concentrado.

**Tabla 17.** Test de Tukey (5%) para la variable sólidos solubles a diferentes días de cosechado

Frecuencia de riego	5 días.		8 días.		11 días.		14 días.	
	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.
F3: Pasando 2 días.	4,83	A	4,93	A	5,04	A	5,14	A
F2: Pasando 1 día.	4,46	B	4,56	B	4,86	B	4,96	A
F4: Pasando 3 días.	4,42	B	4,52	B	4,8	B	4,9	B
F1. Todos los días.	4,22	C	4,32	B	4,54	B	4,64	B

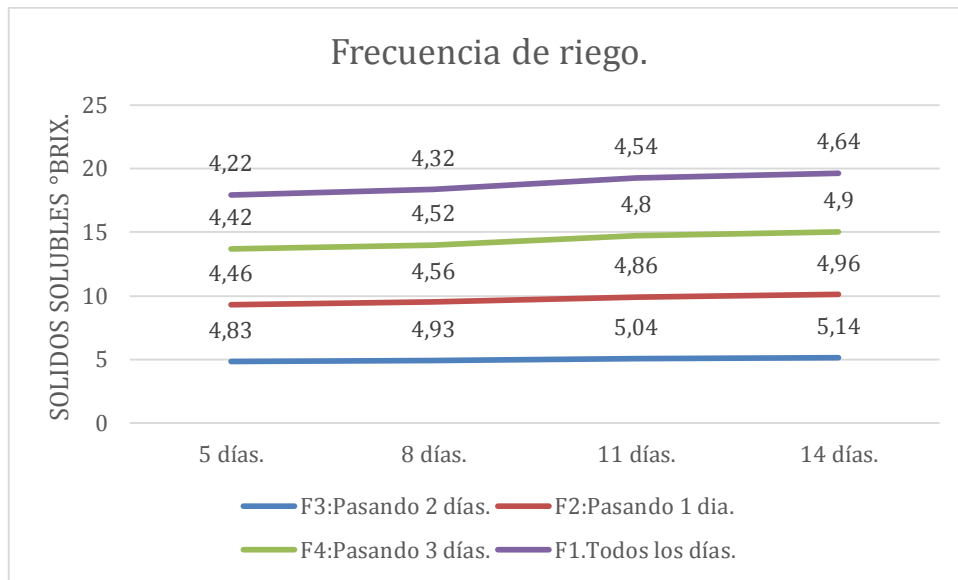
Suspensión de riego.	5 días.		8 días.		11 días		14 días.	
	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.
S3: 5 días antes de la cosecha.	4,86	A	4,96	A	4,97	A	5,07	A
S2: 3 días antes de la cosecha	4,54	B	4,64	B	4,88	B	4,98	B
S1: Sin Suspensión.	4,05	C	4,15	C	4,58	C	4,68	C

*Nota.* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

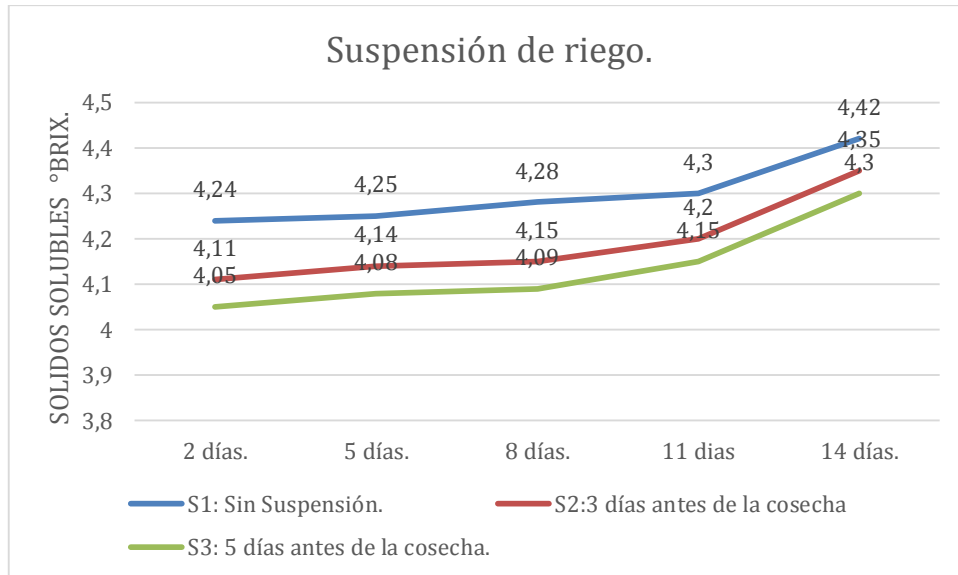
**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

En la Figura 6, se puede observar los valores promedio de sólidos solubles del tomate entre diferentes fechas de evaluación (5,8,11 y 14 días), siendo a los 14 días donde se presentó mayor cantidad de sólidos solubles (5,14 brix), respecto a los otros días de evaluación.

**Figura 6:** Cantidad promedio de sólidos solubles a diferentes días de evaluación después de la cosecha.



**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).



**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

## 10.6. Variación de humedad totales a diferentes días de cosechado

En la Tabla 18, se muestra los resultados generales de la variación de la variable humedad totales

de tomate a diferentes días de cosechado. A los 2 días no se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego (F), suspensión de riego (S), color y de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC). A los 9 días se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego (F), suspensión de riego (S), y de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC) ni del color. A los 14 días se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego (F), suspensión de riego (S), mas no de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC) ni del color.

**Tabla 18:** Variación de humedad totales a diferentes días de cosechado.

F.V.	2 días				9 días			14 días		
	gl	SC	p-valor	sig	SC	p-valor	SC	p-valor		
Repeticiones	2	0	>0,9999	ns	0	>0,9999	ns	0	>0,9999	ns
Frecuencia de riego (F)	3	11,28	0,157	ns	369,09	<0,0001	**	369	<0,0001	**
Suspensión de riego (S)	2	19,89	0,2041	ns	11,28	0,2670	ns	79,3	<0,0001	**
Color ©	1	19,89	0,2041	ns	11,2	0,0608	ns	19,9	0,2041	ns
FxS	6	116,2	0,7378	ns	103	0,8571	ns	125	0,5458	ns
SxC	2	102,4	0,7904	ns	51,1	0,5354	ns	41,6	0,3226	ns
FxC	3	142,6	0,2432	ns	55,5	0,7119	ns	32,2	0,679	ns
FxSxC	6	19,55	0,7372	ns	178	0,6212	ns	118	0,5297	ns
Error	46	1540			1852			1354		
Total	71	2504			2408			2755		
Promedio (%)		95,31			95,4			95,5		
CV (%)		2,59			1,84			1,83		

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

En la Tabla 18, se muestra los resultados generales de humedad entre diferentes días de cosechado (2,8, y 14 días). Se evidenció un efecto significativo de los factores frecuencia de riego, suspensión de riego del tomate entre los 9 y 14 días de cosechado, no así para sus interacciones ni el color, Mientras que a los 2 días de cosechado no se registró un efecto significativo de los factores frecuencia de riego, suspensión de riego y color ni de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).

**Tabla 19** Prueba de Tukey (5%) para la variable Humedad a diferentes días de cosechado

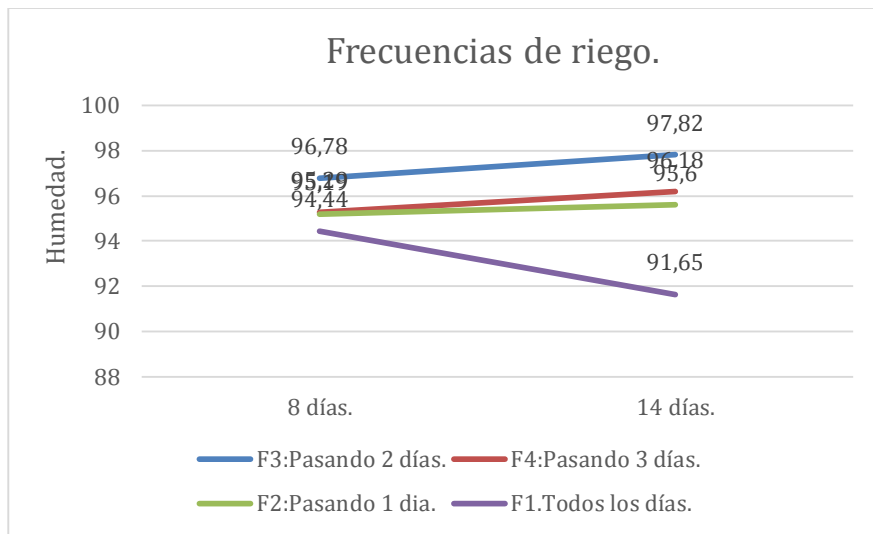
Frecuencia de riego.	8 días.		14 días.	
	Medias.	Rango.	Medias.	Rango.
F3: Pasando 2 días.	96,78	A	97,82	A
F4: Pasando 3 días.	95,29	B	96,18	A
F2: Pasando 1 día.	95,19	B	95,6	B
F1. Todos los días.	94,44	C	91,65	C

14 días.		
Suspensión de riego.	Medias.	Rango.
S1: Sin Suspensión.	96,54	A
S2: 3 días antes de la cosecha	95,42	A
S3: 5 días antes de la cosecha.	93,98	B

En la Figura 7, se puede observar los valores promedio de humedad del tomate entre diferentes fechas de evaluación (8 y 14 días), siendo a los 14 días donde se presentó mayor cantidad de humedad (97.82)%, respecto a los otros tratamientos a diferentes días de evaluación.

**Figura 7:** Cantidad promedio de humedad a diferentes días de evaluación después de la cosecha





**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).



**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

### 10.7. Variación de las cenizas totales a diferentes días de cosechado

En la Tabla 14, se muestra los resultados generales de la variación de la variable cenizas totales de tomate a diferentes días de cosechado. A los 2 días no se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego (F), suspensión de riego (S), color y de ninguna de sus interacciones (F x S),

(SxC), (FxSxC). A los 9 días se evidenció un efecto significativo en la suspensión de riego (S), mas no de sus otros factores y de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC) ni del color. A los 14 días se evidenció un efecto significativo en la frecuencia de riego (F), mas no de sus otros factores, y de ninguna de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC) ni del color.

**Tabla 20:** ADEVA para la variable cenizas totales de tomate a diferentes días de cosechado

F.V.	gl	2 días			8 días			14 días		
		SC	P-valor	sig	SC	P-valor	SC	P-valor	SC	P-valor
Repeticiones	2	0,89	0,9868	ns	6,38	0,924	ns	17,37	0,7458	ns
Frecuencia de riego (F)	3	87,05	0,4651	ns	72,92	0,616	ns	803,19	<b>0,0001</b>	**
Suspensión de riego (S)	2	480,86	0,5841	ns	43,81	<b>0,0019</b>	**	1,25	0,9732	ns
Color (C)	1	7,95	0,6282	ns	44,23	0,3001	ns	41,65	0,2403	ns
FxS	6	104,39	0,7903	ns	103,11	0,8573	ns	124,76	0,6458	ns
SxC	2	20,56	0,7371	ns	51,13	0,5345	ns	51,65	0,4226	ns
FxC	3	144,7	0,2431	ns	55,47	0,7121	ns	32,17	0,779	Ns
FxSxC	6	118,19	0,7377	ns	178,39	0,6214	ns	128,45	0,6297	Ns
Error	46	1539,61			1852,19			1353,53		
Total	71	2504,19			2407,62			2754,9		
Promedio		15,15			16,61			15,43		
CV (%)		3,18			1,2			2,15		

Nota. ns ( ), significativo(\*), muy significativo (\*\*)

**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

En la Tabla 20, se muestra los resultados generales de humedad entre diferentes días de cosechado (2,8, y 14 días). Se evidenció un efecto significativo de los factores frecuencia de riego y suspensiones de riego a los 14 días de cosechado, no así para sus interacciones ni para el color. Mientras que a los 2 días de cosechado no se registró un efecto significativo de los factores frecuencia de riego, suspensión de riego y color ni de sus interacciones (FxS), (SxC), (FxSxC).

Acorde a la prueba de Tukey, la frecuencia de riego (2) “pasando 1 días”, fue la que mostró mayor cantidad de cenizas totales en el tomate respecto a los otros tratamientos, con un promedio de 19,68 gr. Por lo tanto, se evidenció un efecto de la frecuencia de riego sobre la cantidad de cenizas totales

del tomate a los 14 días de cosechado (Tabla 15). Respecto a la suspensión de riego, también se evidenció un efecto significativo sobre la cantidad de cenizas totales, siendo el tratamiento 3 (suspensión 5 días antes de la cosecha) el que mostró mayores cantidades de cenizas (18,2 gr) respecto a las otras dos suspensiones. A los 14 días de cosechado de igual manera se evidenció un efecto de la suspensión 5 días antes de la cosecha mostrando un promedio de 17,75 gr mayor que las otras dos suspensiones de riego.

Se determinó entonces una mayor suspensión y menor frecuencia de riego aumenta la cantidad de cenizas totales del tomate. A conocimiento propio existe una falta de investigación a nivel regional e internacional de la determinación de cenizas totales en laboratorio para tomate riñón en relación con distintas frecuencias y suspensiones de riego, por lo que no se reportan hallazgos sobre la cantidad obtenida de cenizas en tomate riñón bajo invernaderos. A pesar de esta limitación, para determinar la calidad de algunos productos alimenticios como el tomate es útil el contenido total de cenizas o las determinaciones de cenizas hidrosolubles, alcalinidad de las cenizas y cenizas insolubles derivadas, ya que facilita en parte su identificación o permite la clasificación de los productos alimenticios examinados según su contenido de ceniza.

**Tabla 21:** Test de Tukey (5%) para la variable cenizas a diferentes días de cosechado.

<b>14 días.</b>		
<b>Frecuencia de riego</b>	<b>Medias.</b>	<b>Rango.</b>
F4: Pasando 3 días.	22,43	A
F2: Pasando 1 días.	21,49	A
F3: Pasando 2 día.	18,28	B
F1. Todos los días.	15,35	B

<b>8 días.</b>		
<b>Suspensión de riego.</b>	<b>Medias.</b>	<b>Rango.</b>

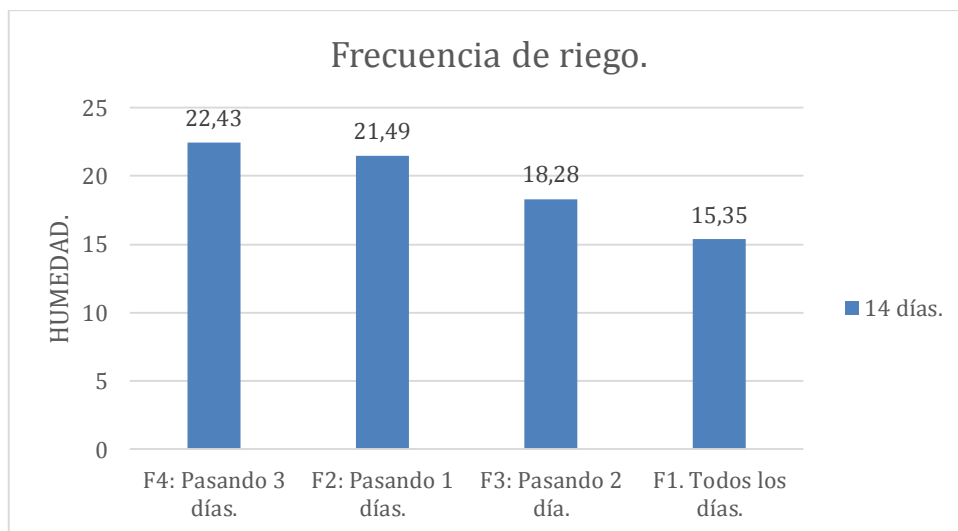
S3: 5 días antes de la cosecha.	19,57	A
S2:3 días antes de la cosecha	17,42	B
S1: Sin Suspensión.	16,65	C

*Nota.* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

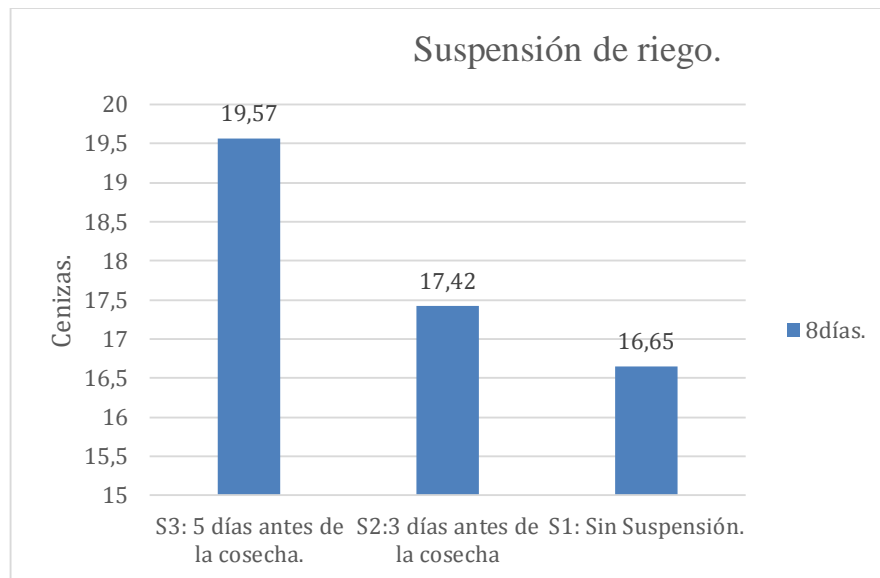
**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

En la Figura 8, se puede observar los valores promedio de humedad del a los 14 días donde se presentó mayor cantidad de cenizas (23,43) %, en la frecuencia 4(Pasando 3 días) respecto a los otros tratamientos a diferentes días de evaluación.

**Figura 8:** Cantidad promedio de cenizas a diferentes días de evaluación después de la cosecha



**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).



**Elaborado por:** (Sánchez Juan, 2022).

## 11. IMPACTOS

### **Impactos técnicos**

Esta investigación tiene implicaciones técnicas positivas porque puede alargar la vida útil de los tomates con buenas propiedades organolépticas y químicas, controlar el riego por goteo en invernaderos y regar con diferentes frecuencias y suspensiones según las necesidades de la planta.

### **Impactos sociales**

La investigación también tiene un impacto social ya que beneficia directamente a los productores de tomate, vecinos y gente en general que adquieren el producto una vez distribuido en la zona de Guitig Bajo de Machachi.

### **Impactos económicos-ambientales**

Es importante tener en cuenta que los impactos económicos y ambientales no se investigaron en este estudio, pero el uso de pesticidas y otros productos químicos en las plantas de tomate de invernadero se minimizó durante el estudio de campo, por lo que se puede suponer que se lograron

beneficios ambientales positivos. En este contexto, los costos de producción también pueden reducirse de modo que se pueda asumir un impacto financiero positivo.

## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- De acuerdo con el objetivo general, se estudió el efecto del déficit hídrico en el rendimiento postcosecha de tomates de invernadero. Se encontró que una frecuencia de riego "diaria" nominal resultó en una mayor pérdida de peso entre 8 y 14 días después de la cosecha del tomate. Las frecuencias de riego de "2 días" y "3 días" dieron como resultado tomates más firmes en diferentes días después de la cosecha. Además, se encontró que una frecuencia de riego de "2 días" resultó en niveles de pH más altos en todos los estudios. Para sólidos solubles, se observó que la frecuencia de riego "3 días" produjo mayores sólidos solubles en los días de cosecha 5-11 de agosto de 2014, pero no en el día de cosecha 2. Finalmente, la frecuencia de riego en los días 14 y 14 postcosecha 2 y 2 mostró efectos significativos en todas las variables de cenizas.
- Llegaron a la conclusión de que las suspensiones de riego clasificadas como "sin déficit de agua" dieron como resultado una mayor pérdida de peso 10–12–14 días después de la cosecha, pero no 2–9 días después de la cosecha. También se encontró que detener el riego "5 días antes de la cosecha" dio como resultado una mayor firmeza en diferentes días después de la cosecha de tomates, mientras que detener el riego "3 días antes de la cosecha" resultó en una mayor firmeza a los 14 días después de la cosecha. El pH de la lechada de riego "sin suspensión" fue el más bajo a los 5, 8, 11 y 14 días después de la cosecha. También se encontró que la suspensión de riego "5 días antes de la cosecha" produjo más sólidos solubles a los 5, 8, 11 y 14 días después de la cosecha de tomates. Finalmente, la frecuencia de riego, la suspensión del riego y los días 9 y 14 postcosecha no se vieron afectados significativamente para todas las variables de ceniza.
- Se concluyó que el mejor índice de rendimiento de tomate por frecuencia de riego y suspensión es cuando se encuentra en color "Tomando" para producir tomates con mayor

firmeza, mayor pH y más sólidos. Es importante señalar que, cuando se cosechan en invernadero, los tomates riñón en el color "Tornado" o "Rosa" se ven menos afectados por la pérdida de peso.

### **Recomendaciones**

- Con base en los resultados obtenidos, para producir tomates riñón con mayor peso después de la cosecha, se recomienda la frecuencia de riego, un intervalo de dos días entre las diferentes etapas fenológicas del tomate y detener el riego antes de la cosecha.
- También se recomienda lograr una frecuencia de riego de dos y tres días en las diferentes etapas fenológicas del tomate, así como detener el riego antes de la cosecha, para lograr un mayor rendimiento ponderado de los tomates riñón en la etapa de postcosecha.
- Se recomienda que los tomates se cosechen en la etapa de "tornado" para obtener sólidos solubles más firmes y altos y se almacenen hasta el día 9 de la cosecha ya que estas medidas no difieren a partir de entonces. Significativo con fase de color "rosa".
- Con base en los resultados y conclusiones de este trabajo, se recomiendan estudios que comparen las propiedades químico-organolépticos de diferentes cultivares de tomate, ya que en este estudio solo se investigó un cultivar de tomate.



### 13. REFERENCIAS

- AAIC. (2003). *Cultivo de tomate riñon en invernadero*. Abya Yala. [https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1366&context=abya\\_yala](https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1366&context=abya_yala)
- Adhikari, S. (2018). Drought Impact and Adaptation Strategies in the Mid-Hill Farming System of Western Nepal. *Environments*, 5(9), 101. <https://doi.org/10.3390/environments5090101>
- Agbemafle, R., Owusu-Sekyere, J., Bart-Plange, A., y Otchere, J. (2014). Effect of Deficit Irrigation and Storage on Physicochemical Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. Var. Pechtomech). *Food Science and Quality Management*, 34(0), 113.
- Agrios, G. N. (1988). *Plant Pathology* (3rd Edition, Academic Press, Inc).
- Agripac. (2022). MIRAMAR. *Agripac*. <https://agripac.com.ec/productos/miramar/>
- Andrade, F. H. (2016). *Los desafíos de la agricultura*. International Plant Nutrition Institute. <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1806>
- Anthon, G. E., LeStrange, M., y Barrett, D. M. (2011). Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vine holding of ripe processing tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(7), 1175-1181. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4312>
- Ausay Basantes, E. C. (2015). *Respuesta de tomate riñón Lycopersicum esculentum Mill) cv Dominic bajo invernadero a dos relaciones nitrato/amonio mediante fertiriego por goteo*. <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/4264>
- Blancard, D. (2011). *Enfermedades del tomate*. Mundi-Prensa Libros.
- Blanco, V., Martínez-Hernández, G. B., Artés-Hernández, F., Blaya-Ros, P. J., Torres-Sánchez, R., y Domingo, R. (2019). Water relations and quality changes throughout fruit

- development and shelf life of sweet cherry grown under regulated deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 217, 243-254.  
<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.02.028>
- Casierra-Posada, F. (2008). *Calidad en frutos de tomate (Solanum lycopersicum L.) cosechados en diferentes estados de madurez*. 26(2), 9.
- Chonillo Pionce, P. A. (2022). *Efecto de cuatro bioestimulantes en la resistencia sistémica inducida del cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) y tomate (Solanum lycopersicum Mill.) bajo invernadero*. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3876>
- Colimba-Limaico, J. E., Zobelzu-Minguez, S., y Rodríguez-Sinobas, L. (2022). Optimal Irrigation Scheduling for Greenhouse Tomato Crop (Solanum Lycopersicum L.) in Ecuador. *Agronomy*, 12(5), 1020. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051020>
- Dorai, M., Papadopoulos, A., y Gosselin, A. (2001). Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie*, 21(4), 367-383.  
<https://doi.org/10.1051/agro:2001130>
- Enríquez Estrella, M. Á. (2017). *Evaluación de la producción y manejo postcosecha del tomate riñón (Solanum lycopersicum), variedad Daniela, producido en la parroqui San Luis*.  
<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/25224>
- Enríquez, M. (2017). *Evaluación de la producción y el manejo postcosecha del tomate riñón (Solanum lycopersicum), variedad Daniela, producido en la Parroquia San Luis*.  
 Universidad Técnica de Ambato.

- Favati, F., Lovelli, S., Galgano, F., Miccolis, V., Di Tommaso, T., y Candido, V. (2009). Processing tomato quality as affected by irrigation scheduling. *Scientia Horticulturae*, 122(4), 562-571. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.06.026>
- Florido Bacallao, M., y Bao Fundora, L. (2014). Tolerancia a estrés por déficit hídrico en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales*, 35(3), 70-88.
- García Chate, R. (2021). *Fertirrigación en tomate indeterminado (Solanum lycopersicum L.) para semilla comercial, bajo condiciones de turba y casa malla en Villacurí, Ica*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4910>
- Gavilanes Torres, K. A. (2017). *Comportamiento agronómico de tres híbridos de tomate riñón (Lycopersicum esculentum, Mill), sobre el desarrollo y rendimiento en la zona de Babahoyo*. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/4141>
- Guzmán Jara, V. J. (2010). *Estudio del efecto de los pre tratamientos en las características físicas y sensoriales del tomate deshidratado*. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/11543>
- Hanson, B. R., May, D. M., y Schwankl, L. J. (2003). Effect of Irrigation Frequency on Subsurface Drip Irrigated Vegetables. *HortTechnology*, 13(1), 115-120. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.13.1.0115>
- Hurtado, A. F. D. (2018). *Evaluación de cinco variedades de tomate (Solanum lycopersicum L.) obtenidas usando germoplasma nativo ecuatoriano frente a dos tratamientos de control de plagas, en la provincia de Loja*. Universidad del Azuay.

- Hutton, R. J., y Loveys, B. R. (2011). A partial root zone drying irrigation strategy for citrus— Effects on water use efficiency and fruit characteristics. *Agricultural Water Management*, 98(10), 1485-1496. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.04.010>
- Imporalaska. (2022a). *Semilla híbrida Syta*. Tomates. <https://www.imporalaska.com/tomates>
- Imporalaska. (2022b). *Tomate Híbrido Pietro*. Tomates. <https://www.imporalaska.com/tomates/tomate-hibrido-pietro>
- Ismail, S. M., Ozawa, K., y Khondaker, N. A. (2008). Influence of single and multiple water application timings on yield and water use efficiency in tomato (var. First power). *Agricultural Water Management*, 95(2), 116-122. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2007.09.006>
- Kirnak, H., Kaya, C., Higgs, D., y Gercek, S. (2001). A long-term experiment to study the role of mulches in the physiology and macro-nutrition of strawberry grown under water stress. *Australian Journal of Agricultural Research*, 52(9), 937-943. <https://doi.org/10.1071/ar01014>
- León, M., Cun, R., y Chaterlán, Y. (2005). *Uso eficiente del agua en el cultivo del tomate protegido. Resultados obtenidos en Cuba*. 14(3), 6.
- Liu, H., Duan, A., Li, F., Sun, J., Wang, Y., y Sun, C. (2013). Drip Irrigation Scheduling for Tomato Grown in Solar Greenhouse Based on Pan Evaporation in North China Plain. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(3), 520-531. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60253-1](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60253-1)
- Loaiza, M. J. C. (2013). “*Comportamiento agronómico de 4 híbridos de tomate (Lycopersicum esculentum mill.) En el recinto las delicias del cantón la concordia provincia de esmeraldas*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

- Machado, R. M. A., y Oliveira, M. do R. G. (2005). Tomato root distribution, yield and fruit quality under different subsurface drip irrigation regimes and depths. *Irrigation Science*, 24(1), 15-24. <https://doi.org/10.1007/s00271-005-0002-z>
- Marouelli, W. A., Silva, W. L. C., y Moretti, C. L. (2004). Production, quality and water use efficiency of processing tomato as affected by the final irrigation timing. *Horticultura Brasileira*, 22(2), 226-231. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000200013>
- Mena Mena, L. (2011). *Evaluación de la productividad de ciento dieciseis híbridos (F1) de tomate (Lycopersicon esculentum Miller) bajo condiciones de invernadero en el valle bajo de Cochabamba* [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/7249>
- Mitidieri, M. S., y Polack, L. A. (2012). Guía de monitoreo y reconocimiento de plagas, enfermedades y enemigos naturales de tomate y pimiento. En *Boletín de divulgación técnica / EEA San Pedro; no. 22 (mayo 2012)* [Info:ar-repo/semantics/libro]. Ediciones INTA. <http://repositorio.inta.gob.ar:80/handle/20.500.12123/2024>
- Obreza, T. A., Pitts, D. J., McGovern, R. J., y Spreen, T. H. (1996). Deficit Irrigation of Micro-Irrigated Tomato Affects Yield, Fruit Quality, and Disease Severity. *Journal of Production Agriculture*, 9(2), 270-275. <https://doi.org/10.2134/jpa1996.0270>
- Ojodeagua-Arredondo, J. L., Castellanos-Ramos, J. Z., Muñoz-Ramos, J. J., Alcántar-González, G., Tijerina-Chávez, L., Vargas-Tapia, P., y Enríquez-Reyes, S. (2008). Eficiencia de suelo y tezontle en sistemas de producción de tomate en invernadero. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(4), 367. <https://doi.org/10.35196/rfm.2008.4.367>
- Ortiz Palomino, J. A. (2018). Evapotranspiración del cultivo para calcular la demanda de agua del tomate (*Lycopersicum esculentum*) en condición de invernadero y campo abierto a 2760

- msnm—Ayacucho. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*.  
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3156>
- Peralta, R. M., Peralta, M. de los Á. M., García, A. R. R., y Vargas, D. S. (2021). Efecto del estrés hídrico en poblaciones nativas de tomate mexicano. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(Extra 2 (Número Especial II Sistemas pecuarios y agrícolas en México)), 31.
- Pérez Egúsqiza, D. K. (2014). Evaluación del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en monocultivo y asociado bajo manejo orgánico en La Molina. *Universidad Nacional Agraria La Molina*.<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2340>
- Puértolas, J., Albacete, A., y Dodd, I. C. (2020). Irrigation frequency transiently alters whole plant gas exchange, water and hormone status, but irrigation volume determines cumulative growth in two herbaceous crops. *Environmental and Experimental Botany*, 176, 104101.  
<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2020.104101>
- Pulver, E. (2014). Conferencia Magistral: Ajustándose al cambio climático, ¿qué camino seguimos: estancamiento, paralización o mitigación? *Revista Palmas*, 35(4), 78-85.
- Quintero González, M. M. (2015). *Efecto del acolchado plástico y orgánico sobre la temperatura del suelo y el rendimiento de tomate en invernadero* [Masters, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/9703/>
- Raney, T., Sarah Lowder, y Ghanem, H. (2011). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. D - FAO.

- Reina, E., Guzmán, J., y Sánchez, J. (1998). *Manejo poscosecha y evaluación de la calidad en Tomate.pdf*. 127.
- Rodriguez-Ortega, W. M., Martinez, V., Rivero, R. M., Camara-Zapata, J. M., Mestre, T., y Garcia-Sanchez, F. (2017). Use of a smart irrigation system to study the effects of irrigation management on the agronomic and physiological responses of tomato plants grown under different temperatures regimes. *Agricultural Water Management*, 183, 158-168. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.07.014>
- Sadaka, P. I. B. (2015). *Capacidad germinativa del genotipo de tomate floradade (Lycopersicon esculentum MILL.) en condiciones de estrés salino en diferentes fotoperiodos*. Universidad estatal península de santa elena.
- Salazar Saltos, A. E. (2015). *Evaluación de tres soluciones nutritivas en el tomate hortícola (Lycopersicon esculentum) en los híbridos pirtro y syta mediante el sistema de slabs*. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/21745>
- Sepulcre-Cantó, G., Zarco-Tejada, P. J., Jiménez-Muñoz, J. C., Sobrino, J. A., Miguel, E. de, y Díaz, J. (2005). *Detección de Estrés Hídrico en Olivar mediante datos Hiperespectrales y Térmicos del sensor AHS*. <https://digital.csic.es/handle/10261/10722>
- Syngenta. (2016, junio 29). *Semilla Híbrida de tomate Fortuna*. Syngenta. <https://www.syngenta.com.ec/fortuna>
- Tomalá Flores, S. A. (2017). *Evaluación de Genotipos de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) tolerantes al estrés hídrico en Manglaralto, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena*. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4235>

- Utria, E., Reynaldo, I., y Cabrera, A. (2005). *Crecimiento de plántulas de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) cultivadas en diferentes sustratos*. 26(3), 31-38.
- Vega Román, B. S. (2019). *Evaluación del comportamiento de tres híbridos de tomate (Solanum lycopersicum) indeterminado en la provincia del Guayas*.  
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12654>
- Wang, F., Kang, S., Du, T., Li, F., y Qiu, R. (2011). Determination of comprehensive quality index for tomato and its response to different irrigation treatments. *Agricultural Water Management*, 98(8), 1228-1238. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.03.004>



## 14. ANEXOS

### Anexo 1. Elaboración de camas



### Anexo 2. Instalación sistema de riego



**Anexo 3.** Instalación de mangueras de riego por goteo.



**Anexo 4.** Siembra de plántulas



**Anexo 5.** Riego de agua por goteo



**Anexo 6.** Tutorado



**Anexo 7.** Implementación de diseño experimental en laboratorio de postcosecha.



**Anexo 8.** Rotulado de tratamientos.



**Anexo 9.** Toma de datos peso del tomate



**Anexo 10.** Medición de pH**Anexo 11.** Elaboración de moldes de papel aluminio

**Anexo 12.** Toma de datos solidos solubles**Anexo 13.** Secado de muestras en estufa de laboratorio

**Anexo 14.** Aval de traducción.