



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Título:**

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE DOS MÉTODOS DE APLICACIÓN DE OZONO EN TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum*, L.), COSECHADO A DIFERENTES ÍNDICES POR COLOR, COTOPAXI, PERIODO 2020 – 2021”

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma.

**Autor:**

Mañay Maisanche Natalia Catalina

**Tutor:**

Ing. Parra Gallardo Giovana Paulina Mg.

**LATAACUNGA – ECUADOR  
2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Mañay Maisanche Natalia Catalina portadora de la cedula de ciudadanía No. 0503597361 declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “**Evaluación del comportamiento poscosecha de dos métodos de aplicación de ozono en tomate riñón (*Solanum lycopersicum*, L.), cosechado a diferentes índices por color, Cotopaxi, período 2020 – 2021**” Siendo la 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, 27 de agosto de 2021

Natalia Catalina Mañay Maisinche

**Estudiante**

C.I. 0503597361

Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo Mg.

**Docente Tutor**

C.I. 1802267037

## 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 **MAÑAY MAISANCHE NATALIA CATALINA**, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el PhD. 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.- LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE DOS MÉTODOS DE APLICACIÓN DE OZONO EN TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum*, L.), COSECHADO A DIFERENTES ÍNDICES POR COLOR, COTOPAXI, PERIODO 2020 – 2021”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

### **Historial académico**

Inicio de la Carrera: Abril 2016 – Agosto 2016

Finalización: Abril 2021- Agosto 2021

Aprobación en Concejo Directivo: 20 de mayo del 2021

Tutora: Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo

Tema: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE DOS MÉTODOS DE APLICACIÓN DE OZONO EN TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum*, L.), COSECHADO A DIFERENTES ÍNDICES POR COLOR, COTOPAXI, PERIODO 2020 – 2021.”**

**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, **LA 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 **LA 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.
- f) 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 **LA 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 **LA/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 **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuartas, 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 27 días de agosto del 2021.

Mañay Maisanche Natalia Catalina

PhD. Fabricio Tinajero Jiménez

**LA CEDENTE**

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE DOS MÉTODOS DE APLICACIÓN DE OZONO EN TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum*, L.), COSECHADO A DIFERENTES ÍNDICES POR COLOR, COTOPAXI, PERIODO 2020 – 2021”** de Mañay Maisanche Natalia Catalina de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, 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, 27 de agosto del 2021

Ing. Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo

**DOCENTE TUTOR**

C.I. 1802267037

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

En calidad de Tribunal Lectores, aprobamos el presente Proyecto 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: Mañay Maisanche Natalia Catalina, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE DOS MÉTODOS DE APLICACIÓN DE OZONO EN TOMATE RIÑÓN (*Solanum lycopersicum*, L.), COSECHADO A DIFERENTES ÍNDICES POR COLOR, COTOPAXI, PERIODO 2020 – 2021”** 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, 27 de agosto del 2021

### **Lector 1**

Ing. Clever Gilberto Castillo De La Guerra MSc.

CC: 0501715494

### **Lector 2**

Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg.

CC: 1801902907

### **Lector 3**

Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espín PhD.

CC: 0501148837

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

Agradezco a mis docentes, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial, a la Ing. Giovana Parra, Tutora de mi proyecto de investigación quien me ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

***Mañay Maisanche Natalia Catalina***

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada para mi hermano Wilian Mañay, quién me animó en este campo de estudio y, durante el periodo de mi carrera me apoyado. La fuerza y la fe de Wilian durante el periodo de mi carrera siempre estirándome su mano y no dejarme caer en los momentos difíciles.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos

***Mañay Maisanche Natalia Catalina***

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO: “Evaluación del comportamiento poscosecha de dos métodos de aplicación de ozono en tomate riñón (*Solanum lycopersicum*, L.), cosechado a diferentes índices por color, Cotopaxi, período 2020 – 2021”**

**Autor:** Mañay Maisanche Natalia Catalina

### RESUMEN

La presente investigación se realizó en el barrio Chimbacalle, parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, a una altura de 2757 m.s.n.m. con una longitud de 78°37'19" oeste y latitud de 0°59'47" Sur, con el objetivo de evaluar el comportamiento poscosecha de dos métodos de aplicación de ozono en tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*, L.) cosechado a diferentes índices por color. Se aplicó un diseño completo al azar con un arreglo factorial de 4 x 2 x 3, dando un total de 24 tratamientos y 72 unidades experimentales. Las dosis de ozono aplicadas fueron 0, 0,35 y 0,45 ppm aplicados en precosecha y poscosecha. Los indicadores evaluados fueron pH, sólidos totales, firmeza y peso. Se obtuvieron los siguientes resultados: los mejores índices de cosecha fueron el Red (10R 5/8) y el Pink (10R 6/6) debido a que presentaron mejores promedios en cada una de las características evaluadas llegando al décimo día de toma de datos con promedios de pH de 4,48 para Red y 4,31 para Pink. Para sólidos totales Pink llevó un promedio de 3,3 °Brix. En la variable Firmeza Pink obtuvo un promedio de 2,6; al igual que en pérdida de peso obtuvo un promedio de 0,5 gramos que representa el 0,4%. Las dosis aplicadas arrojaron resultados positivos para 0,35 ppm llegando a un promedio de pérdida de peso de 1,8 gramos representando el 1,4%; para firmeza obtuvo un valor promedio de 2,5 en cada fruto; en sólidos totales fue un promedio de 3,1 °Brix y en la variable pH fue de 4,47.

El mejor método de aplicación fue la inmersión de los frutos en poscosecha llegando a valores promedio de pH de 4,4; en sólidos totales fue un promedio de 3,3 °Brix; para la variable Peso fue un promedio de 123 gramos por fruto; mientras que para firmeza el mejor tratamiento de aplicación fue para los frutos en precosecha con un promedio de 2,7. El análisis económico realizado nos permitió concluir que el tratamiento sin ozono obtiene un valor de 3,76 usd de beneficio para el productor, pero la dosis de 0,45 ppm que nos permite tener beneficios en las características morfológicas con un valor de 3,18 usd.

**Palabras claves:** *Solanum lycopersicum*, ozono, pH, Sólidos Totales, Firmeza

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**THEME: “Evaluación del comportamiento poscosecha de dos métodos de aplicación de ozono en tomate riñón (*Solanum lycopersicum*, L.), cosechado a diferentes índices por color, Cotopaxi, período 2020 – 2021”**

**Author:** Mañay Maisanche Natalia Catalina

### ABSTRACT

The present research was carried out in the Chimbacalle neighborhood, Mulalillo parish, Canton Salcedo, Province of Cotopaxi, at an altitude of 2757 m.a.s.l. with a longitude of 78°37'19" west and latitude of 0° 59'47" south, with the aim of evaluating the postharvest behavior of two ozone application methods in kidney tomato (*Solanum lycopersicum*, L.) harvested at different indexes by color. A complete random design was applied with a factorial arrangement of 4 x 2 x 3, giving a total of 24 treatments and 72 experimental units. The doses of ozone applied were 0, 0,35 and 0,45 ppm applied in pre-harvest and post-harvest. The indicators to be evaluated were pH, total solids, firmness and weight. The following results were obtained: the best harvest indices were Red and Pink because they presented better averages in each of the evaluated characteristics, reaching the last day of data collection with pH averages of 4,48 for Red and 4,31 for Pink. For total solids Pink carried an average of 3,3 ° Brix. In the variable Firmness Pink obtained an average of 2,6; as in weight, it obtained an average of 113,5 grams. The applied doses yielded positive results for 0,35 ppm reaching a weight of 120.9 grams; for firmness it obtained an average value of 2,5 in each fruit; in total solids it was an average of 3,1 ° Brix and in the variable pH it was 4,47. The best application method was postharvest immersion of the fruits, reaching average pH values of 4.4; in total solids it was an average of 3.3 ° Brix; for the variable Weight it was an average of 123 grams per fruit; while for firmness the best application treatment was for the fruits in pre-harvest with an average of 2,7. The economic analysis carried out allowed us to conclude that the treatment without ozone obtains a value of 3,76 usd of benefit for the producer, but the dose of 0,45 ppm that allows us to have benefits in the morphological characteristics obtained a value of 3,18 usd

**Key words:** *Solanum lycopersicum*, ozone, pH, Total solids, Firmness



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....</b>	<b>II</b>
<b>CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....</b>	<b>III</b>
<b>AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>V</b>
<b>AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>VI</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>VII</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>XII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>XVII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>XIX</b>
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>2</b>
<b>4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
4.1. BENEFICIARIOS DIRECTOS .....	3
4.2. BENEFICIARIOS INDIRECTOS .....	3
<b>5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>6. OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
6.1. GENERAL .....	5
6.2. ESPECÍFICOS.....	5
<b>7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS. ....</b>	<b>6</b>
<b>8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....</b>	<b>7</b>

8.1.	ORIGEN.....	7
8.2.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL TOMATE RIÑÓN .....	7
8.3.	IMPORTANCIA.....	7
8.4.	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA .....	8
8.4.1.	Raíz .....	8
8.4.2.	Tallo .....	8
8.4.3.	Hoja.....	8
8.4.4.	Flores e inflorescencias .....	9
8.4.5.	Frutos.....	9
8.4.6.	Semilla.....	9
8.5.	TECNOLOGÍA DE MANEJO .....	10
8.5.1.	Condiciones para el cultivo .....	10
8.5.2.	Suelo.....	10
8.5.3.	Labores de cultivo .....	10
8.5.4.	Fertilización .....	11
8.5.5.	Plagas.....	11
8.5.6.	Cosecha.....	11
8.6.	ÍNDICES DE COSECHA .....	12
8.7.	MANEJO DE LA POSCOSECHA DEL TOMATE.....	13
8.8.	CONTROL DE CALIDAD DE TOMATE EN POSCOSECHA .....	14
8.8.1.	Firmeza .....	14
8.8.2.	pH.....	15
8.8.3.	Contenido de sólidos solubles .....	15
8.9.	EL OZONO .....	16
8.10.	EL OZONO UNA ALTERNATIVA EN POSCOSECHA.....	16

<b>9. HIPÓTESIS.....</b>	<b>18</b>
9.1. HIPÓTESIS NULA.....	18
9.2. HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	18
9.3. VARIABLES .....	18
9.3.1. Variable independiente .....	18
9.3.2. Variable dependiente .....	18
<b>10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>20</b>
10.1. MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN .....	20
10.1.1. Investigación de campo.....	20
10.1.2. De Laboratorio .....	20
10.1.3. Bibliográfica Documental .....	20
10.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	20
10.2.1. Experimental .....	20
10.2.2. Cuantitativa .....	20
10.3. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	21
10.3.1. Fuentes de información.....	21
10.3.2. Observación Directa .....	21
10.4. MATERIALES .....	21
10.4.1. Materiales de oficina.....	21
10.4.2. Materiales e instrumentos de laboratorio.....	22
10.5. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN DEL SITIO DE PRODUCCIÓN .....	22
10.6. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN EN POSCOSECHA .....	23
10.7. FACTORES EN ESTUDIO.....	23
10.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	24
10.9. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	24

10.10. ANÁLISIS FUNCIONAL .....	25
10.11. TRATAMIENTOS .....	25
10.12. CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL .....	25
10.13. INDICADORES A EVALUAR .....	26
10.13.1. pH.....	26
10.13.2. Firmeza .....	26
10.13.3. Peso .....	26
10.13.4. Sólidos totales .....	26
10.14. MANEJO ESPECÍFICO DEL ENSAYO .....	27
10.14.1. Delimitación del área de ensayo .....	27
10.14.2. Preparación de las dosis de ozono .....	27
10.14.3. Aplicación de los tratamientos con ozono .....	28
10.14.4. Cosecha de frutos de tomate.....	28
10.14.5. Toma de datos de pH .....	28
10.14.6. Toma de datos de sólidos totales .....	28
10.14.7. Toma de datos de firmeza .....	29
10.14.8. Toma de datos de peso.....	29
<b>11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
11.1. VARIABLE PH.....	30
11.2. VARIABLE SÓLIDOS TOTALES.....	44
11.3. VARIABLE FIRMEZA.....	62
11.4. VARIABLE PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE PESO .....	79
11.5. ANÁLISIS DE COSTOS DE LOS TRATAMIENTOS.....	83
<b>12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>85</b>
12.1. CONCLUSIONES .....	85

12.2. RECOMENDACIONES .....	85
<b>13. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>87</b>
<b>14. ANEXOS.....</b>	<b>92</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades de objetivos planteados .....	6
Tabla 2. Clasificación Taxonómica del tomate .....	7
Tabla 3. Índice de cosecha para tamaño de tomates según la USDA.....	12
Tabla 4. Índice de cosecha para color de tomates según la USDA .....	12
Tabla 5. Índice de cosecha para color de tomates según la USDA .....	13
Tabla 6. Clasificación por textura para tomate .....	15
Tabla 7. Clasificación por textura para tomate .....	15
Tabla 8. Operacionalización de variables .....	19
Tabla 9. Ubicación del área de estudio .....	22
Tabla 10. Ubicación del área de estudio .....	23
Tabla 11. Esquema del Análisis de Varianza .....	24
Tabla 12. Tratamientos en estudio.....	25
Tabla 13. Datos de la unidad experimental .....	26
Tabla 14. ADEVA para la variable pH.....	31
Tabla 15. Prueba de Tukey para Tratamientos en la variable pH .....	32
Tabla 16. Prueba de Tukey para Factor A (Índices de cosecha por color) en la variable pH..	35
Tabla 17. Prueba de Tukey para Factor B (Etapa de aplicación) en la variable pH .....	36
Tabla 18. Prueba de Tukey para Factor C (Dosis de ozono) en la variable pH.....	37
Tabla 19. Prueba de Tukey para A x B en la variable pH .....	38
Tabla 20. Prueba de Tukey para A x C en la variable pH .....	40
Tabla 21. Prueba de Tukey para B x C en la variable pH .....	41
Tabla 22. Prueba de Tukey para A x B x C en la variable pH.....	42
Tabla 23. ADEVA para la variable Sólidos Totales .....	45
Tabla 24. Prueba de Tukey para Tratamientos en la variable Sólidos Totales.....	47

Tabla 25. Prueba de Tukey para Factor A (Índices de cosecha por color) en la variable Sólidos Totales.....	49
Tabla 26. Prueba de Tukey para Factor B (Etapa de aplicación) en la variable Sólidos Totales.....	50
Tabla 27. Prueba de Tukey para Factor C (Dosis de ozono) en la variable Sólidos Totales.....	52
Tabla 28. Prueba de Tukey para A x B en la variable Sólidos Totales.....	53
Tabla 29. Prueba de Tukey para A x C en la variable Sólidos Totales.....	56
Tabla 30. Prueba de Tukey para B x C en la variable Sólidos Totales.....	58
Tabla 31. Prueba de Tukey para A x B x C en la variable Sólidos Totales .....	60
Tabla 32. ADEVA para la variable Firmeza .....	64
Tabla 33. Prueba de Tukey para Tratamientos en la variable Firmeza.....	66
Tabla 34. Prueba de Tukey para Factor A (Índices de cosecha por color) en la variable Firmeza.....	68
Tabla 35. Prueba de Tukey para Factor B (Etapa de aplicación) en la variable Firmeza.....	69
Tabla 36. Prueba de Tukey para Factor C (Dosis de ozono) en la variable Firmeza.....	70
Tabla 37. Prueba de Tukey para A x B en la variable Firmeza .....	71
Tabla 38. Prueba de Tukey para A x C en la variable Firmeza .....	73
Tabla 39. Prueba de Tukey para B x C en la variable Firmeza.....	76
Tabla 40. Prueba de Tukey para A x B x C en la variable Firmeza .....	77
Tabla 41. ADEVA para la variable Porcentaje de Pérdida de Peso .....	80
Tabla 42. Prueba de Tukey para Tratamientos en la variable Porcentaje de Pérdida de Peso .....	80
Tabla 43. Prueba de Tukey para Factor C (Dosis de ozono) en la variable Porcentaje de Pérdida de Peso .....	82
Tabla 44. Análisis de costos de los tratamientos .....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción/rendimiento de tomates frescos en el mundo.....	3
Figura 2. Esquema de las aplicaciones del ozono por dosis .....	27
Figura 3. Promedios para Tratamientos en la variable pH .....	34
Figura 4. Factor A (Índices de cosecha por color) en la variable pH.....	35
Figura 5. Factor B (Etapa de aplicación) en la variable pH.....	36
Figura 6. Factor C (Dosis de ozono) en la variable pH.....	38
Figura 7. Interacción A x B en la variable pH.....	39
Figura 8. Interacción A x C en la variable pH.....	40
Figura 9. Interacción B x C en la variable pH.....	41
Figura 10. Interacción A x B x C en la variable pH.....	43
Figura 11. Promedios para Tratamientos en la variable Sólidos Totales.....	48
Figura 12. Factor A (Índices de cosecha por color) en la variable Sólidos Totales.....	50
Figura 13. Factor B (Etapa de aplicación) en la variable Sólidos Totales .....	51
Figura 14. Factor C (Dosis de ozono) en la variable Sólidos Totales .....	52
Figura 15. Interacción A x B en la variable Sólidos Totales .....	54
Figura 16. Interacción A x C en la variable Sólidos Totales .....	57
Figura 17. Interacción B x C en la variable Sólidos Totales .....	58
Figura 18. Interacción A x B x C en la variable Sólidos Totales .....	61
Figura 19. Promedios para Tratamientos en la variable Firmeza.....	67
Figura 20. Factor A (Índices de cosecha por color) en la variable Firmeza.....	69
Figura 21. Factor B (Etapa de aplicación) en la variable Firmeza .....	70
Figura 22. Factor C (Dosis de ozono) en la variable Firmeza .....	71
Figura 23. Interacción A x B en la variable Firmeza .....	72
Figura 24. Interacción A x C en la variable Firmeza .....	74

Figura 25. Interacción B x C en la variable Firmeza .....	76
Figura 26. Interacción A x B x C en la variable Firmeza .....	78
Figura 27. Promedios para Tratamientos en la variable Porcentaje de Pérdida de Peso.....	81
Figura 28. Factor A (Índices de cosecha por color) en la variable Porcentaje de Pérdida de Peso.....	83

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:** “Evaluación del comportamiento poscosecha de dos métodos de aplicación de ozono en tomate riñón (*Solanum lycopersicum*, L.), cosechado a diferentes índices por color, Cotopaxi, período 2020 - 2021”

**Fecha de inicio:**

Agosto 2020

**Fecha de finalización:**

Agosto 2121

**Lugar de ejecución:**

Ciudad Latacunga - Provincia de Cotopaxi

**Facultad que auspicia:**

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Agronómica

**Proyecto de investigación vinculado:**

Proyecto de Investigación formativa Manejo de Cosecha y Poscosecha de cultivos

**Equipo de Trabajo:**

Responsable del Proyecto:

Tutor: Ing. Mg. Giovana Parra

Lector 1: Ing. Clever Gilberto Castillo De La Guerra MSc.

Lector 2: Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg.

Lector 3: Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espín PhD.

Coordinador del Proyecto

Nombre: Mañay Maisanche Natalia Catalina

Teléfonos: 0982362806

Correo electrónico: natalia.manay7361@utc.edu.ec

**Área de Conocimiento:**

Agricultura, silvicultura y pesca

**Línea de investigación:**

Desarrollo y seguridad alimentaria

**Sublíneas de la investigación por carrera:**

Producción Agrícola sostenible

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El presente proyecto fue realizado con la finalidad de evaluar la aplicación del ozono mediante dos métodos de aplicación, aspersión en cultivo e inmersión en poscosecha utilizando dos dosis, cosechado en cuatro diferentes índices de color en tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), el desarrollo metodológico se basó en analizar los indicadores de poscosecha: índice de madurez donde se evaluó los siguientes parámetros (peso, firmeza, pH, °Brix), para evaluar la acción del ozono en la vida útil y las características organolépticas del tomate.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Uno de los principales cultivos hortícolas en nuestro país es el tomate riñón, que se siembra en varias regiones de nuestro país y se encuentra disponible durante todo el año, aproximadamente cada ecuatoriano consume alrededor de 4 kilos anuales, crudo, cocinado o de forma industrializada, debido a que es rico en vitaminas A, B y C, fósforo, potasio, hierro, calcio y licopeno (El Comercio, 2011).

De acuerdo a la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, (ESPAC, 2020), indica que el tomate riñón en nuestro país tiene aproximadamente 2653 ha sembradas de las cuales se cosechan 2579 ha con una producción de 38438 Tm. El tomate es cultivado tanto en la sierra como en la costa desarrollándose en campo abierto como bajo cubierta plástica.

El tomate riñón al ser un producto muy perecedero, es decir es una hortaliza de fruto de tipo climatérico, caracterizado por su alta tasa de respiración y producción de etileno luego de su cosecha, provocando que su vida útil sea mínima y llegue a perder toda su calidad (Escalona, Correa, & Gonzáles, 2019).

Con los antecedentes enunciados anteriormente, con la presente investigación se pretende aplicar tecnología con ozono para prolongar el tiempo de vida útil del tomate riñón y conservar sus características físicas y organolépticas, llegando a ser útil como alternativa para el proceso poscosecha y como una tecnología amigable con el medio ambiente.

## 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

### 4.1. Beneficiarios Directos

Productores de tomate riñón del sector aledaño al Barrio Salache, productores del cantón Salcedo, estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

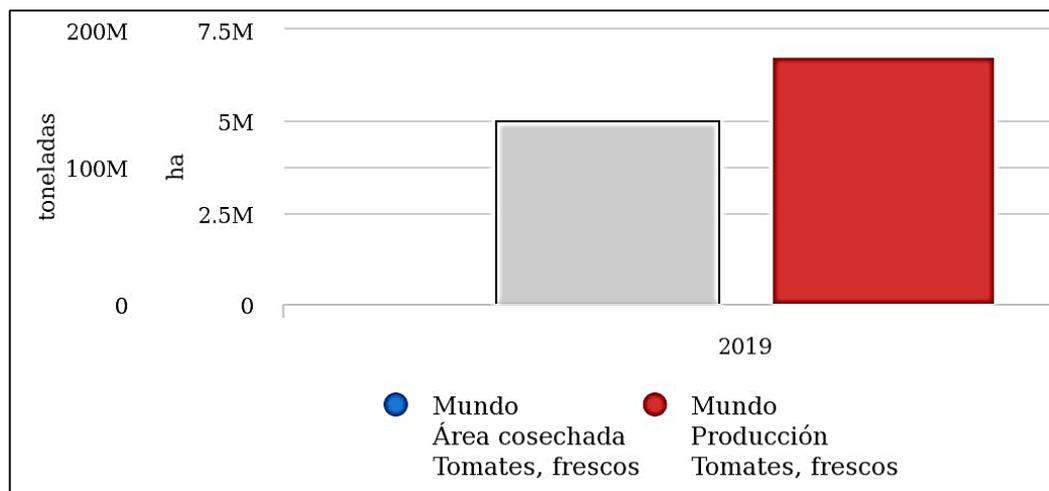
### 4.2. Beneficiarios Indirectos

Productores de tomate riñón a nivel nacional.

## 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La producción y consumo a nivel mundial de tomate riñón durante la última década ha registrado un incremento alrededor de 2,9% anual de acuerdo a información de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2019), siendo China el primer productor y consumidor, mientras que los EEUU son los principales importadores. Mundialmente su cultivo representa alrededor de 5,03 millones de hectáreas cosechadas y una producción de 180,7 Tm por hectárea para el año 2019 (FIRA, 2019).

**Figura 1. Producción/rendimiento de tomates frescos en el mundo**



**Fuente:** FAOSTAT, 2019

La superficie cosechada de tomate hortícola registró un decremento de 5%, de igual manera, el volumen de producción presentó un porcentaje de disminución de 8%, debido a que los rendimientos fueron menores. Si bien la producción de esta hortaliza se realiza principalmente en invernaderos, lo que asegura los rendimientos, en este período hubo problemas con el mantenimiento de las plantaciones por escasez de la mano de obra, especialmente en el período de confinamiento y falta de movilización decretada por las autoridades nacionales (Banco Central del Ecuador, 2021).

En el Ecuador el tomate riñón se cultiva en muchas zonas con una vasta variabilidad de condiciones de clima y suelo, aunque principalmente se cultiva en climas secos. Esta hortaliza se produce bajo invernadero o a campo abierto, ocupa un área de 2653 hectáreas sembradas a nivel nacional, de las que se obtiene una producción total de 38438 toneladas métricas con un rendimiento de 14,48 toneladas por hectárea anuales (ESPAC, 2020).

Las causas más visibles que terminan en pérdidas en rendimiento y en la calidad comercial en la producción del tomate riñón son la presencia de microorganismos como (bacterias, hongos, nematodos y virus). Estos agentes patógenos pueden afectar a las plantas de tomate en diferentes estados fenológicos disminuyendo su vida útil, dependiendo de la incidencia y severidad de los problemas fitopatológicos que se transforman en los factores limitantes, provocando desventajas económicas a los productores (Guzman, y otros, 2017).

Bataller et al. (2010) manifiesta que el promedio aproximado de las pérdidas por deterioro de los productos horto - frutícolas se estima entre 5 y 25 % en países industrializados y entre 20 y 50 % en países en desarrollo. Es así que para disminuir estas pérdidas y llegar a satisfacer las crecientes necesidades de consumo de estos productos, además de conocer la importancia de cada aspecto inherente al manejo y a la vida de estos productos perecederos, tanto en su ciclo productivo, como después de su recolección. El desarrollo y la evaluación de tecnologías de manejo poscosecha, que a su vez garanticen la de los productos, constituye un objetivo importante a considerar.

Existen investigaciones relacionadas a la aplicación de ozono gasificado o agua ozonificada en frutas, donde la aplicación reduce entre un 23 a 32% la afectación por hongos, además retarda la maduración del fruto y no tiene ninguna afectación el contenido de sólidos solubles (Bataller, et al. 2010). Esta tecnología es amigable para el ambiente y sobretodo mantiene la inocuidad de los alimentos, contrariamente se puede mencionar el uso de agroquímicos para

eliminar a los microorganismos, la aplicación de ceras para evitar la maduración pronta de los frutos que va a terminar en la contaminación por productos químicos de los productos cosechados y tener alimentos con trazas de agrotóxicos que resultan perjudiciales para la salud de las personas.

Por tal motivo, se ha propuesto el uso de nuevas tecnologías como el uso de ozono para evaluar la efectividad en el control de microorganismos que causan enfermedades a los productos cosechados e incluso conocer la prolongación en la vida útil del producto, sin alterar sus características organolépticas.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1.General**

- Evaluar el comportamiento poscosecha de dos métodos de aplicación de ozono en tomate de riñón (*Solanum lycopersicum*, L.) cosechado a diferentes índices por color

### **6.2.Específicos**

- Determinar el mejor índice de cosecha de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*, L.)
- Identificar la mejor dosis de ozono en tomate riñón (*Solanum lycopersicum*, L.)
- Determinar el mejor método de aplicación de ozono en tomate riñón (*Solanum lycopersicum*, L.)
- Realizar el análisis económico de cada tratamiento.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

**Tabla 1. Actividades de objetivos planteados**

OBJETIVO	ACTIVIDAD (TAREAS)	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Determinar el mejor índice de cosecha de tomate riñón ( <i>Solanum lycopersicum</i> , L.)	Descripción de cada índice de cosecha	Índices de cosecha establecidos	Fotografías, Libro de campo, Calificación colorimétrica de los índices de cosecha
	Registro de datos	Indicadores evaluados	Libro de campo
Identificar la mejor dosis de ozono en tomate riñón ( <i>Solanum lycopersicum</i> , L.)	Elaboración de dosis de ozono	Obtención de tratamientos para aplicación	Fotografías, Libro de campo
	Aplicación de ozono en material cosechado	Aplicación a los frutos de tomate con los tratamientos propuestos.	
	Registro de datos	Indicadores evaluados	Libro de campo
Determinar el mejor método de aplicación de ozono en tomate riñón ( <i>Solanum lycopersicum</i> , L.)	Aplicación de ozono mediante dos métodos: aspersión en cultivo e inmersión en poscosecha	Frutos de tomate aplicados el ozono en diferentes métodos	Libro de campo
Realizar el análisis económico de cada tratamiento	Elaboración de los costos de cada tratamiento	Obtención del costo de la aplicación de la tecnología	Cuadro de resultados

**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 8.1. Origen

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.), es una especie originaria de América del Sur. Su origen se encuentra en lo que actualmente se localiza entre los países de Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú (en la región de los Andes). Fue llevado a México, el mismo que actuó como centro de difusión de la especie, siendo su nombre en lengua náhuatl (azteca) “tomatl”. La domesticación esta especie comienza en México para su posterior dispersión hacia otras partes del mundo, llega a Europa a comienzos del siglo XVI y desde Europa a fines del siglo XVIII e tomate se introdujo hacia los Estados Unidos (Fornaris, 2016) (Vergani, 2002).

### 8.2. Clasificación taxonómica del tomate riñón

**Tabla 2.** Clasificación Taxonómica del tomate

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Sub – división</b>	Angiosperma
<b>Clase</b>	Dicotiledónea
<b>Sub – Clase</b>	Asteridae
<b>Orden</b>	Solanales
<b>Familia</b>	Solanaceae
<b>Género</b>	<i>Solanum</i>
<b>Especie</b>	<i>Solanum lycopersicum</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Solanum lycopersicum</i> L.
<b>Nombres comunes</b>	Tomate, jitomate

**Fuente:** (Freire, 2004)

### 8.3. Importancia

El tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.), juega un papel importante en la generación de ingresos para los productores de este fruto, si se proyecta de una forma adecuada a la comercialización tanto nacional como internacional. La ventaja se relaciona a que se puede cultivar durante todo el año, la producción mundial de tomate se ha conservado estable en los últimos años, con un nivel promedio anualizado de 180 toneladas por hectárea, convirtiendo

a este alimento en una de las hortalizas de mayor consumo mundial (FAO, 2019). En el Ecuador, el tomate es uno de los cultivos hortícolas más importantes; fomentando el empleo y la actividad económica del sector donde se produce; además, constituye un aporte importante en la agroindustria por los subproductos que se obtienen y en la alimentación por sus contenidos nutricionales fundamentales en la alimentación humana (Vallejo, 2013).

## **8.4.Descripción botánica**

### **8.4.1. Raíz**

Posee una raíz principal que es corta y débil, numerosas raíces secundarias y potentes raíces adventicias. La raíz principal alcanza hasta los 60 cm de profundidad, las ramificaciones y raíces adventicias se producen simultáneamente para así conformar un amplio sistema radicular que puede abarcar hasta los 1,5 m de diámetro por 1,5m de profundidad; puede estimarse que el 75% del mismo se encuentra en los 45cm superiores del terreno (Fornaris, 2016)

### **8.4.2. Tallo**

El tallo principal tiene de 2 a 4 cm de diámetro en la base y sobre éste van desarrollando las hojas, tallos secundarios e inflorescencias. El tallo principal puede emitir raíces cuando está en contacto con el suelo. El tallo está cubierto con vellosidades que sobresalen de la epidermis y que desprenden un aceite oloroso que sirve de protección. Los tallos son de consistencia herbácea, por lo cual, la planta no se sostiene por sí sola, es necesario emplear tutores para mantener la planta erguida durante cultivo. Durante el crecimiento, tallos secundarios brotan de las yemas axilares, procediendo durante su cultivo a retirarlos (Noreña, y otros, 2012).

### **8.4.3. Hoja**

La planta presenta hojas compuestas, imparipinadas, con un foliolo terminal y de ocho a nueve foliolos laterales, los cuales generalmente son peciolados, lobulados, con borde dentado y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas compuestas se insertan sobre los diversos nudos en forma alterna (Noreña, y otros, 2012).

#### **8.4.4. Flores e inflorescencias**

Las flores del tomate son perfectas o hermafroditas, regulares e hipóginas y constan de 5 o más sépalos y de 6 o más pétalos. Tienen un pistilo con cinco estambres, unidos en sus anteras y formando un tubo que lo encierra, conformación que favorece la autopolinización. El pistilo está compuesto de un ovario, de un estilo largo, simple y levemente engrosado. El ovario tiene entre dos y 20 óvulos, formados de acuerdo con la variedad y que reflejan la forma del fruto que podría desarrollarse. Las flores se agrupan en racimos simples, ramificados, que se desarrollan en el tallo y en las ramas del lado opuesto a las hojas. Un racimo puede reunir de 4 a 20 flores, dependiendo de la variedad cultivada y de las condiciones de desarrollo de la planta. Las flores son amarillas y normalmente pequeñas (1 a 2 cm de diámetro). La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2 - 3 hojas (Noreña, y otros, 2012).

#### **8.4.5. Frutos**

Noreña y otros (2012) manifiesta que el fruto del tomate se denomina baya y presenta diferentes tamaños, formas, color, consistencia y composición, según el tipo de tomate. Está constituido por la epidermis o piel, la pulpa, el tejido placentario y las semillas. Internamente los frutos están divididos en lóculos, que pueden ser bi, tri, tetra o pluriloculares. El tomate es un fruto climatérico; cuando se inicia el proceso de maduración, la respiración se incrementa, así como la producción de etileno, lo que conlleva al ablandamiento de la pared celular y a un incremento de azúcares.

#### **8.4.6. Semilla**

La semilla del tomate es pequeña, generalmente de forma lenticular y con un diámetro de 3 a 5 mm. Puede ser de forma globular, ovalada, achatada o casi redonda, ligeramente elongada, plana, arriñonada, triangular y con la base puntiaguda; y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal, la cual está recubierta de pelos. El embrión a su vez está constituido por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. Las semillas dentro del lóculo en sus últimas etapas de desarrollo aparecen inmersas en una sustancia gelatinosa (Noreña, y otros, 2012).

## **8.5. Tecnología de manejo**

### **8.5.1. Condiciones para el cultivo**

Los tomates presentan una amplia tolerancia climática, se cultivan en campo abierto dondequiera que haya un período de por lo menos tres a cuatro meses libres de heladas. La temperatura promedio mensual está entre 21 y 24°C (Fornaris, 2016).

La humedad relativa óptima para el cultivo oscila entre 60 y 80%, el exceso o déficit de la humedad relativa produce desórdenes fisiológicos y favorece la aparición de enfermedades. En cuanto a la luminosidad se recomienda no cultivar en zonas que permanezcan nublados constantemente (López, 2017).

### **8.5.2. Suelo**

Nuez (1999) indica que, en lo referente al suelo, el cultivo de esta hortaliza no es muy exigente, aunque prospera en aquellos que son fértiles, con buen contenido de nutrientes, altos de materia orgánica (mayor a 5%), de texturas francas a franco arcillosas, bien aireados, con buen drenaje y capacidad de retener humedad. En cuanto al pH debe oscilar entre 5,8 y 6,8 para así garantizar la máxima disponibilidad de nutrientes para el cultivo.

### **8.5.3. Labores de cultivo**

El tomate se puede cultivar a campo abierto desde el nivel del mar hasta 1800 msnm., mientras que bajo invernadero es posible cultivarlo hasta los 3200 msnm (Silva, 2015).

Entre las labores de cultivo se inicia con la preparación del terreno que garantice las condiciones óptimas para su cultivo, posteriormente se procede con el trasplante desde el semillero hasta el sitio definitivo de cultivo, sembrándose a una o doble hilera, con una densidad de 34500 plantas por hectárea a doble hilera (Silva, 2015).

El tutorado permite un crecimiento vertical de las plantas y facilita las labores del cultivo y consiste en utilizar una cuerda que se enreda en el tallo para evitar que las hojas, y sobre todo los frutos, toquen el suelo. El tutorado presenta las siguientes ventajas: evita daños mecánicos a la planta, obtiene frutos de mejor calidad, mejora la aireación general de la planta, facilita el control fitosanitario y la cosecha de los frutos, favorece el aprovechamiento de la radiación solar y la realización de las labores culturales (Álvarez, 2018).

Álvarez (2018) manifiesta que las podas se realizan eliminando los brotes axilares cuando tienen un tamaño entre 3 a 5 cm de longitud facilitando el desarrollo de la flor y el fruto, el follaje también es eliminado para la aireación de la planta y minimizar la presencia de plagas, se realiza en hojas bajas hasta una altura de 40 cm.

#### **8.5.4. Fertilización**

Un adecuado programa de manejo nutricional sólo se puede hacer cuando existe una comprensión clara del rol de todos los nutrientes. En consecuencia, por estar el crecimiento de los cultivos estrechamente vinculado a una adecuada nutrición mineral, el conocimiento de la extracción que realiza la planta de estos elementos en el suelo, se convierte en información básica para el diseño y planificación de la fertilización de los cultivos (Guzman, y otros, 2017).

#### **8.5.5. Plagas**

Guzman et al, 2017 indica que entre las enfermedades tenemos algunos agentes causales como la pudrición gris causada por *Botrytis cinerea*, el tizón temprano por *Alternaria solani*, Oidio o moho polvoriento causado por *Leveillulla taurica*.

Las plagas insectiles que causan daños en el cultivo de tomate son: la mosca blanca (*Trialeurodes vaporarorium*), polilla del tomate (*Tuta absoluta*), mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*), gusanos cortadores (*Heliothis*, *Agrotis*, *Copitarsia*), trips (*Frankliniella occidentalis*) (Guzmán, y otros, 2017).

#### **8.5.6. Cosecha**

El momento más importante para la vida poscosecha del fruto del tomate es el preciso instante de la cosecha, la persona que cosecha decide si el fruto ha alcanzado la madurez necesaria para ser cosechado. La madurez fisiológica es la etapa del desarrollo de la fruta en que se produce el máximo crecimiento y maduración. La madurez comercial valora las condiciones del fruto requeridas por un mercado. Puede no guardar relación con la madurez fisiológica y puede ocurrir en cualquier fase del desarrollo o envejecimiento. Normalmente, cuando cosechan el fruto, los agricultores eliminan el cáliz y el pedúnculo. La cosecha se debe realizar con mucho cuidado para evitar hacerle heridas al fruto y este se debe colocar en tinas plásticas limpias, sin tirarlos, para evitar golpes, magulladuras y heridas (López, 2017).

### 8.6. Índices de cosecha

Fornaris (2016) manifiesta que la clasificación por grados, tamaño y color de las frutas comerciales provee un lenguaje común entre vendedores y compradores. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) tiene establecidos estándares para la clasificación en grados de las frutas de ‘tomates frescos’ (“Fresh Tomatoes”).

**Tabla 3. Índice de cosecha para tamaño de tomates según la USDA**

Designaciones de tamaño	Diámetro mínimo (pulg)	Diámetro máximo (pulg)
Small	2 – 4/32	2 – 9/32
Medium	2 – 8/32	2 – 17/32
Large	2 – 16/32	2 – 25/32
Extra large	2 – 24/32	

**Fuente:** (Fornaris, 2016)

**Tabla 4. Índice de cosecha para color de tomates según la USDA**

Nominación de color	Especificaciones
Green	La superficie del tomate está completamente verde en color. El matiz del color verde puede variar de claro a oscuro.
Breakers	Hay un rompimiento definitivo en color de verde a amarillo-bronceado, rosa o rojo, en no más de 10% de la superficie
Turning	Más de 10% pero no más de 30% de la superficie, en el agregado, presenta un cambio definido en color de verde a amarillo-marrón, rosa, rojo, o una combinación de ellos.
Pink	Más de 30% pero no más de 60% de la superficie, en el agregado, presenta un color rosa o rojo.
Light red	Más de 60% de la superficie, en el agregado, presenta un color rojo rosado o rojo: provisto de que no más de 90% de la superficie sea color rojo.
Red	Más de 90% de la superficie, en el agregado, presenta un color rojo.

**Fuente:** (Fornaris, 2016)

En la clasificación por color se pueden usar los siguientes términos, cuando los mismos son especificados en conexión con el grado (de calidad) ya asignado a las frutas, para describir su color como un indicador de la etapa de madurez en que se encuentra un lote dado de frutas de tomate (Fornaris, 2016).

La cosecha debe ir acorde con las exigencias del mercado, considerando las variedades o híbridos sembrados para consumo fresco. Las frutas se pueden cosechar desde su etapa verde-

madura hasta las etapas de coloración completa. El periodo de cosecha varía dependiendo de la variedad sembrada y del tipo de crecimiento de la planta (López, 2017).

**Tabla 5. Índice de cosecha para color de tomates según la USDA**

<b>Grado de madurez</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Especificaciones</b>
1	Sazón	La superficie de la fruta verde 100%, con cambio en el tono y con estrella beige en ápice floral
2	Sazón avanzado	Hay cambio de color hasta un 10% (rosado o amarillo)
3	Pintón inicial	Desarrollo de color amarillo, rosado o rojo superior al 10% pero inferior al 30%.
4	Pintón medio	Desarrollo de color amarillo, rosado o rojo superior al 30% pero inferior al 60% .
5	Pintón	Desarrollo de color rosado o rojo superior al 60% pero inferior al 90%.
6	Maduro firme	Desarrollo del color rojo en más de 90%, aunque se mantiene firme.

**Fuente:** (López, 2017)

**Gráfico 1. Patrón de color para frutos de tomate**



**Fuente:** (López, 2017)

### **8.7. Manejo de la poscosecha del tomate**

La forma de aumentar el tiempo de vida útil de los frutos está relacionada directamente con el término poscosecha, esto permite un equilibrio entre la producción y las necesidades de consumo del producto (Kader, 2008).

Kader (2008) indica que los factores que afectan la calidad interna y externa de los frutos son la respiración, producción de etileno, cambios en la composición química, desarrollo y

crecimiento, desórdenes fisiológicos, daños físicos, daños mecánicos, desórdenes patológicos, factores ambientales (temperatura, humedad relativa, composición atmosférica y luz) y la acción de los productos químicos.

En la mayoría de las operaciones comerciales la clasificación del tomate se realiza en su totalidad en un centro de clasificación y empaque, ya que allí se puede llevar a cabo este proceso de forma más minuciosa que cuando se realiza en el campo. Es importante tomar precauciones para evitar que las frutas sufran daños físicos durante su manipulación en la línea de clasificación y empaque. El proceso de identificación y descarte de las frutas con defectos considerados como daños severos o síntomas de pudrición, y el proceso de clasificación de las frutas comerciales por color y grado de calidad se realizan mayormente de forma visual. En algunas operaciones ya se utilizan equipos electrónicos para clasificar las frutas por color. Por otro lado, el descarte de las frutas muy pequeñas y la clasificación por tamaño de las frutas comerciales se realiza mayormente de forma mecánica. (Fornaris, 2016).

## **8.8. Control de calidad de tomate en poscosecha**

Rivero et al., (2013) indica que un tomate de buena calidad debe tener aspecto fresco, con características propias de la variedad, y madurez adecuada según el tipo o variedad. Debe presentar uniformidad de color. Debe ser firme al tacto, bien desarrollado y formado; estar limpio y libre de pudriciones; libre o con manifestación leve de defectos de origen climático (granizo, quemaduras de sol, daño por frío), mecánico, entomológico, genético y fisiológico. No deben presentar olor y/o sabor extraño.

### **8.8.1. Firmeza**

La firmeza depende del estado de madurez y del tipo y variedad de tomate. Es una característica decisiva en la producción de daños durante todas las etapas de la cadena, desde cosecha hasta el consumidor; incide marcadamente en la calidad y vida comercial de los frutos. En general, tanto para el manejo del producto como para el consumidor, es conveniente que el fruto permanezca firme (Rivero, Quiroga, Gonzáles, & Moraga, 2013).

**Tabla 6. Clasificación por textura para tomate**

<b>Categoría</b>	<b>Firmeza (N) expresada como fuerza a compresión (5mm)</b>
Muy firme	30 – 50
Firme	20 – 30
Moderadamente firme	15 – 20
Moderadamente blando	10 - 15
Blando	10

**Fuente:** (Cantwell, 2008)

Se puede determinar la firmeza sin equipos, mediante el uso de los dedos, utilizando la escala propuesta por Kader y Morris (1978) citado por (Rivero et al. 2013):

**Tabla 7. Clasificación por textura para tomate**

<b>Numeración</b>	<b>Clase</b>	<b>Resistencia a la compresión por los dedos</b>	<b>Características de las tajadas</b>
9	Extra duro	Frutos que no ceden a una considerable presión	No hay pérdidas de jugo ni semillas cuando son cortadas
7	Duro	Frutos que ceden solo suavemente a una considerable presión	No hay pérdida de jugo ni semillas cuando son cortadas
5	Firme	Frutos que ceden suavemente a una moderada presión	Cuando se cortan se pierden unas pocas gotas de jugo y/o semillas.
3	Blando	Frutos que ceden fácilmente a una suave presión	Pérdida de jugo y/o semillas cuando se cortan.
1	Extra blando	Frutos que ceden muy fácilmente a una suave presión	La mayor parte del jugo y las semillas se pierden cuando se cortan.

**Fuente:** (Rivero, Quiroga, Gonzáles, & Moraga, 2013)

### 8.8.2. pH

La acidez total titulable se determina por titulación potenciométrica hasta pH 8,1 de 10 o 20 ml de jugo, con Na(OH) 0,1 N. Los tomates redondos presentan en general, una acidez de entre 0,3 a 0,5% de ácido cítrico, dependiendo del estado de madurez y la cultivar (Rivero, Quiroga, Gonzáles, & Moraga, 2013).

### 8.8.3. Contenido de sólidos solubles

El contenido de sólidos solubles se expresa en °Brix por su fácil determinación. En la mayor parte de las variedades este indicador se encuentra entre 4,5 y 7,5 °Brix, pudiendo estar influenciado por factores como el clima, riego, estado de madurez, etc. (Alarcón, 2013).

### **8.9.El ozono**

El ozono es un compuesto inestable que se descompone espontáneamente, produciendo radicales hidroxilos y otras especies de radicales libres. Además de su descomposición a oxígeno sin generar subproductos de reacción indeseables y su actividad antimicrobiana contra una amplia gama de microorganismos, el ozono puede destruir pesticidas y residuos químicos lo que ha favorecido un rápido crecimiento en el uso de este gas para aplicaciones en la industria alimenticia. En la industria alimentaria, la aplicación de ozono ha sido probada para varios propósitos como conservación de alimentos, extensión de la vida útil, esterilización de equipos y eliminación de sabores indeseables producidos por bacterias durante el almacenamiento y envío (Horvitz & Cantalejo, 2014).

El ozono ha sido utilizado desde hace más de 100 años y tiene una alta reactividad por lo que con poca concentración puede inactivar varias colonias de microorganismos. Para su utilización se debe generar in situ a través de equipos generadores a partir de aire u oxígeno. Se puede utilizar tanto en forma gaseosa como acuosa; la forma gaseosa se puede utilizar además para controlar la aparición de malos olores y para neutralizar el etileno de los productos vegetales. En cambio, la forma acuosa puede utilizarse para la desinfección de equipos y para el lavado de frutas y hortalizas. Los métodos más utilizados para generar ozono son la descarga de corona, el método electroquímico y por radiación ultravioleta (Horvitz & Cantalejo, 2014).

### **8.10. El ozono una alternativa en poscosecha**

La agroindustria internacional dirige sus investigaciones al desarrollo de tecnologías y a la aplicación de desinfectantes seguros y efectivos, para el lavado y la conservación de los productos hortícolas y frutícolas. El ozono, dado su alto poder oxidante y su descomposición espontánea a oxígeno, se ha convertido en un agente potencial para la seguridad microbiológica y la calidad de estos productos. El Centro de Investigaciones del Ozono (CIO) y el Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT) en Cuba trabajan en la colaboración para proveer la base científico-técnica fundamental y contribuir a la sostenibilidad y competitividad de la cadena productiva de frutos como la fruta bomba, el plátano y el banano (Bataller, González, Veliz, Nápoles, & Álvarez, 2010).

Bataller, Santacruz, & García (2010) afirman que la ozonización como alternativa en el tratamiento y conservación de alimentos se ha extendido en el lavado para la desinfección, en

el almacenamiento y en la elaboración. Entre los factores que han incidido en el incremento de las aplicaciones del ozono en la industria alimentaria se tiene:

- El aumento de la demanda de alimentos frescos, nutritivos y seguros
- Las ventajas del ozono respecto al cloro en el proceso de lavado son numerosas. La toxicidad del cloro debido a los subproductos de reacción implica un riesgo potencial para la salud y el medio ambiente. Existen reportes de brotes de contaminación en alimentos por microorganismos resistentes al cloro. En este sentido, el ozono ha sido propuesto como una alternativa de desinfección segura.
- La U.S. FDA aprobó en el 2001 al ozono como sustancia GRAS (Generally Recognized As Safe) para el contacto directo con alimentos con el empleo de las Buenas Prácticas de Manufactura.

La aplicación del ozono tanto en fase gaseosa y acuosa, permite inactivar bacterias, virus, hongos y parásitos que contaminan los alimentos. También hay estudios de degradación de micotoxinas con ozono, las cuales son metabolitos secundarios producidos por las especies de *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. Por lo tanto, es necesaria la búsqueda de métodos eficientes de detoxificación de alimentos contaminados y la ozonización resulta una alternativa útil (Bataller, Santacruz, & García, 2010).

Por otro lado, el ozono tiene una vida media más larga en forma gaseosa, alrededor de 12 horas. Además de su acción antimicrobiana, el ozono ha sido usado para reducir el nivel de etileno en el aire y retrasar el proceso de maduración. Al aplicar el gas a concentraciones adecuadas en la atmósfera de almacenamiento, se puede prolongar el tiempo de vida útil de frutas y hortalizas al protegerlas del ataque de microorganismos, con mínimo daño fisiológico. La eficacia del tratamiento con gas ozono para inactivar microorganismos depende de factores como la temperatura y humedad relativa del ambiente, el tipo de producto, las 9 características morfológicas del microorganismo, el nivel de carga microbiana inicial, los iones presente en el aire, la concentración de ozono y el tiempo de exposición (Horvitz & Cantalejo, 2014).

Urbano (2018) indica en su investigación de aplicación de ozono sobre la calidad de poscosecha de moras de castilla (*Rubus glaucus* B.) que aplicó las dosis de 0; 0,4; 0,5; 0,6 y 0,7 ppm de ozono, obteniendo resultados significativos para las características físico –

químicas y propiedades sensoriales en la calidad del fruto de mora donde identificó las dosis de 0,5 y 0,7 ppm como efectivas en la aplicación de ozono gaseoso.

Méndez (2020) informa que en la evaluación del efecto del ozono en la conservación de poscosecha de naranja (*Citrus sinensis*) aplicó ozono líquido en dosis de 1, 2 y 3 ppm obteniendo resultados significativos en el control de microorganismos, características organolépticas del fruto de naranja.

## **9. HIPÓTESIS**

### **9.1.Hipótesis Nula**

**Ho:** Las dosis de ozono, la etapa y método de aplicación no influyen en el comportamiento poscosecha del tomate riñón.

### **9.2.Hipótesis Alternativa**

**Ha:** Las dosis de ozono, la etapa y método de aplicación no influyen en el comportamiento poscosecha del tomate riñón.

### **9.3.Variables**

#### **9.3.1. Variable independiente**

- Índices de cosecha por color
- Etapas de aplicación de ozono
- Dosis de ozono

#### **9.3.2. Variable dependiente**

- Comportamiento poscosecha

**Tabla 8. Operacionalización de variables**

<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>INTRUMENTO METODOLÓGICO</b>	<b>TÉCNICA</b>
Índice de Cosecha	Color	Escala colorimétrica	Índice de color USDA	Comparación Registro en Libro de campo
Etapa de aplicación de ozono	Cosecha Poscosecha	Días	Bomba fumigación Tinas de inmersión	Registro en Libro de campo
Dosis de ozono	Agua ozonificada	ppm	Dosificador	Registro en Libro de campo
Comportamiento en poscosecha	Peso	Gramos	Balanza	Registro en Libro de campo
	Firmeza	Lb/plg <sup>2</sup>	Penetrómetro	Registro en Libro de campo
	pH	Escala de acidez 1 – 14	pHmetro	Registro en Libro de campo
	Sólidos totales	°Brix	Escala °Brix tomate	Registro en Libro de campo

**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

## **10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **10.1. Modalidad básica de investigación**

#### **10.1.1. Investigación de campo**

La investigación de campo se realizó en el barrio Chimbacalle de la parroquia Mulalillo en el cantón Salcedo, donde se estableció el cultivo de tomate riñón.

#### **10.1.2. De Laboratorio**

La investigación se realizó en el Laboratorio de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi, donde la recolección de datos se tomó de acuerdo a los indicadores a evaluar mediante la elaboración de un libro de campo donde se registró los resultados de cada uno de los tratamientos para su posterior tabulación.

#### **10.1.3. Bibliográfica Documental**

La investigación se respaldó en la revisión de bibliografía de documentos en línea de investigaciones realizadas y además se revisó artículos científicos referentes a la temática investigada que sirvió de base para el contexto del marco teórico y la fundamentación de los resultados obtenidos.

### **10.2. Tipo de Investigación**

#### **10.2.1. Experimental**

La investigación es de tipo experimental porque se basó en los principios del método científico, donde se manipularon variables no comprobadas en condiciones rigurosamente controladas con el fin de describir de qué modo o porque causa se produce una situación o un acontecimiento en particular. (Arquero *et al.*, 2009). Al aplicar este tipo de investigación se permitió recolectar datos para posteriormente analizarlos estadísticamente y cumplir con los objetivos que se plantearon.

#### **10.2.2. Cuantitativa**

La investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede. Tras el estudio de la asociación o correlación pretende, a su vez, hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden

o no de una forma determinada (Hernández Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014). Por lo tanto, la investigación propuesta incurrió en el contraste de los datos tomados durante el proceso de la aplicación de las dosis de ozono en los diferentes índices de cosecha por color para determinar varias características del fruto que permitan diferenciar cual tratamiento presentó los mejores resultados.

### **10.3. Técnicas de Investigación**

#### **10.3.1. Fuentes de información**

Según el Instituto Azteca (2019) el nivel de información que proporcionan las fuentes de información pueden ser primarias o secundarias.

**a. Las fuentes primarias** contienen información nueva y original, resultado de un trabajo intelectual.

Son documentos primarios: libros, revistas científicas y de entretenimiento, periódicos, diarios, documentos oficiales de instituciones públicas, informes técnicos y de investigación de instituciones públicas o privadas, patentes, normas técnicas.

**b. Las fuentes secundarias** contienen información organizada, elaborada, producto de análisis, extracción o reorganización que refiere a documentos primarios originales.

Son fuentes secundarias: enciclopedias, antologías, directorios, libros o artículos que interpretan otros trabajos o investigaciones.

#### **10.3.2. Observación Directa**

La observación directa se refiere al método que describe la situación en la que el observador es físicamente presentado y personalmente éste maneja lo que sucede en el experimento (Cerdeña, 1991). Durante el ensayo se utilizó esta técnica para evaluar cada uno de los tratamientos.

### **10.4. Materiales**

#### **10.4.1. Materiales de oficina**

- Libro de campo
- Esfero
- Borrador

- Marcadores
- Laptop
- Hojas papel bond A4

#### 10.4.2. Materiales e instrumentos de laboratorio

- Tabla de colores de tejidos vegetales de Munsell
- Balanza digital
- pHmetro
- Penetrómetro
- Mortero
- Agua destilada
- Material vegetal
- Generador de ozono de 5g/h modelo QJ-8003K
- Medidor de concentración de ozono en mg/l Palintest modelo PTS-043.

#### 10.5. Características del área de investigación del sitio de producción

El área de producción de tomate riñón fue instalado en el barrio Chimbacalle de la parroquia Mulalillo en el cantón Salcedo.

**Tabla 9. Ubicación del área de estudio**

<b>Provincia</b>	Cotopaxi
<b>Cantón</b>	Salcedo
<b>Parroquia</b>	Mulalillo
<b>Barrio</b>	Chimbacalle
<b>Longitud</b>	72° 37' 50" Oeste
<b>Latitud</b>	0° 12' 17" Sur
<b>Altitud</b>	2882 m.s.n.m

**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

## 10.6. Características del área de investigación en poscosecha

El proyecto de investigación se realizó en el laboratorio de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agropecuaria y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en el campus CEASA, en el Laboratorio de Poscosecha.

**Tabla 10. Ubicación de poscosecha**

<b>Provincia</b>	Cotopaxi
<b>Cantón</b>	Latacunga
<b>Localidad</b>	Salache
<b>Longitud</b>	78° 37' 19" Oeste
<b>Latitud</b>	0° 59' 47" Sur
<b>Altitud</b>	2757 m.s.n.m

**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

## 10.7. Factores en estudio

### **Factor A: Índices de cosecha por color**

**C1:** Turning (Más de 10% pero no más de 30% de la superficie, en el agregado, presenta un cambio definido en color de verde a amarillo-marrón, rosa, rojo, o una combinación de ellos)

**C2:** Pink (Más de 30% pero no más de 60% de la superficie, en el agregado, presenta un color rosa o rojo)

**C3:** Light red (Más de 60% de la superficie, en el agregado, presenta un color rojo rosado o rojo: provisto de que no más de 90% de la superficie sea color rojo)

**C4:** Red (Más de 90% de la superficie, en el agregado, presenta un color rojo)

**Fuente:** (Fornaris, 2016)

### **Factor B: Etapa de aplicación**

**E1:** Precosecha

**E2:** Poscosecha

**Factor C: Dosis de ozono****D1:** 0 ppm**D2:** 0,35 ppm**D3:** 0,45 ppm**10.8. Análisis estadístico**

El análisis estadístico permite emplear técnicas estadísticas para interpretar datos, ya sea para ayudar en la toma de decisiones o para explicar los condicionantes que determinan la ocurrencia de algún fenómeno (Hernández y otros, 2014). Para la tabulación de datos se empleó el software estadístico Infostat v 17.0. que permitió determinar las fuentes de variación que presentaron significación estadística.

**10.9. Diseño Experimental**

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 3 repeticiones, para los tratamientos en estudio, su arreglo factorial fue 4 x 2 x 3. (Tabla 11)

**Tabla 11. Esquema del Análisis de Varianza**

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	
Total	<b>(t. r)-1</b>	<b>71</b>
Repeticiones	<b>(r -1)</b>	<b>2</b>
Tratamientos	<b>(t -1)</b>	<b>23</b>
Factor A (Índices de cosecha por color)	<b>(a -1)</b>	<b>3</b>
Factor B (Etapa de aplicación)	<b>(b -1)</b>	<b>1</b>
Factor C (Dosis de ozono)	<b>(c -1)</b>	<b>2</b>
Error	<b>r*t</b>	<b>46</b>

**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

### 10.10. Análisis Funcional

Se aplicó la Prueba de Tukey para valor de  $p < 0,05$  para las fuentes de variación que presentaron significancia estadística.

### 10.11. Tratamientos

Se evaluaron un total de 24 tratamientos por la interacción de cada uno de los factores en estudio.

**Tabla 12. Tratamientos en estudio**

Tratamientos	Codificación	Descripción
<b>T1</b>	C1E1D1	Turning + precosecha + 0 ppm ozono
<b>T2</b>	C2E1D1	Pink + precosecha + 0 ppm ozono
<b>T3</b>	C3E1D1	Light red + precosecha + 0 ppm ozono
<b>T4</b>	C4E1D1	Red + precosecha + 0 ppm ozono
<b>T5</b>	C1E1D2	Turning + precosecha + 0,35 ppm ozono
<b>T6</b>	C2E1D2	Pink + precosecha + 0,35 ppm ozono
<b>T7</b>	C3E1D2	Light red + precosecha + 0,35 ppm ozono
<b>T8</b>	C4E1D2	Red + precosecha + 0,35 ppm ozono
<b>T9</b>	C1E1D3	Turning + precosecha + 0,45 ppm ozono
<b>T10</b>	C2E1D3	Pink + precosecha + 0,45 ppm ozono
<b>T11</b>	C3E1D3	Light red + precosecha + 0,45 ppm ozono
<b>T12</b>	C4E1D3	Red + precosecha + 0,45 ppm ozono
<b>T13</b>	C1E2D1	Turning + poscosecha + 0 ppm ozono
<b>T14</b>	C2E2D1	Pink + poscosecha + 0 ppm ozono
<b>T15</b>	C3E2D1	Light red + poscosecha + 0 ppm ozono
<b>T16</b>	C4E2D2	Red + poscosecha + 0 ppm ozono
<b>T17</b>	C1E2D2	Turning + poscosecha + 0,35 ppm ozono
<b>T18</b>	C2E2D2	Pink + poscosecha + 0,35 ppm ozono
<b>T19</b>	C3E2D2	Light red + poscosecha + 0,35 ppm ozono
<b>T20</b>	C4E2D2	Red + poscosecha + 0,35 ppm ozono
<b>T21</b>	C1E2D3	Turning + poscosecha + 0,45 ppm ozono
<b>T22</b>	C2E2D3	Pink + poscosecha + 0,45 ppm ozono
<b>T23</b>	C3E2D3	Light red + poscosecha + 0,45 ppm ozono
<b>T24</b>	C4E2D3	Red + poscosecha + 0,45 ppm ozono

### 10.12. Características de la unidad experimental

La unidad experimental se realizó en cultivo para la aplicación de las dosis de ozono antes de la cosecha como en la poscosecha para la evaluación de los indicadores en laboratorio. (Tabla 13).

**Tabla 13. Datos de la unidad experimental**

<b>Descripción</b>	<b>N° frutos</b>
Número de unidades experimentales:	72
Número de frutos totales	720
Número de frutos por unidad experimental	10

**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

### **10.13. Indicadores a evaluar**

#### **10.13.1. pH**

Se utilizó un pH-metro para evaluar el pH de los frutos cosechados de acuerdo al índice de color de la USDA. Se tomaron 5 frutos de cada índice de cosecha y se procedió a realizar un agujero en el tomate para introducir el pH-metro, se registró el valor que marcó el instrumento en el libro de campo cada día por el lapso de 10 días.

#### **10.13.2. Firmeza**

Para este análisis se tomó 5 frutos de tomate riñón por cada índice de cosecha por color previamente seleccionados de cada tratamiento para medir la firmeza, se utilizó un penetrómetro y posteriormente los datos se registró diariamente por el lapso de 10 días en el libro de campo.

#### **10.13.3. Peso**

Se utilizó una balanza para tomar el peso de 5 frutos por cada índice de cosecha de color previamente seleccionados de cada tratamiento y posteriormente los datos se registró diariamente por el lapso de 10 días en el libro de campo.

#### **10.13.4. Sólidos totales**

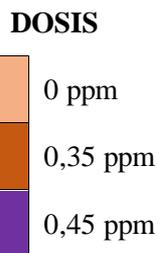
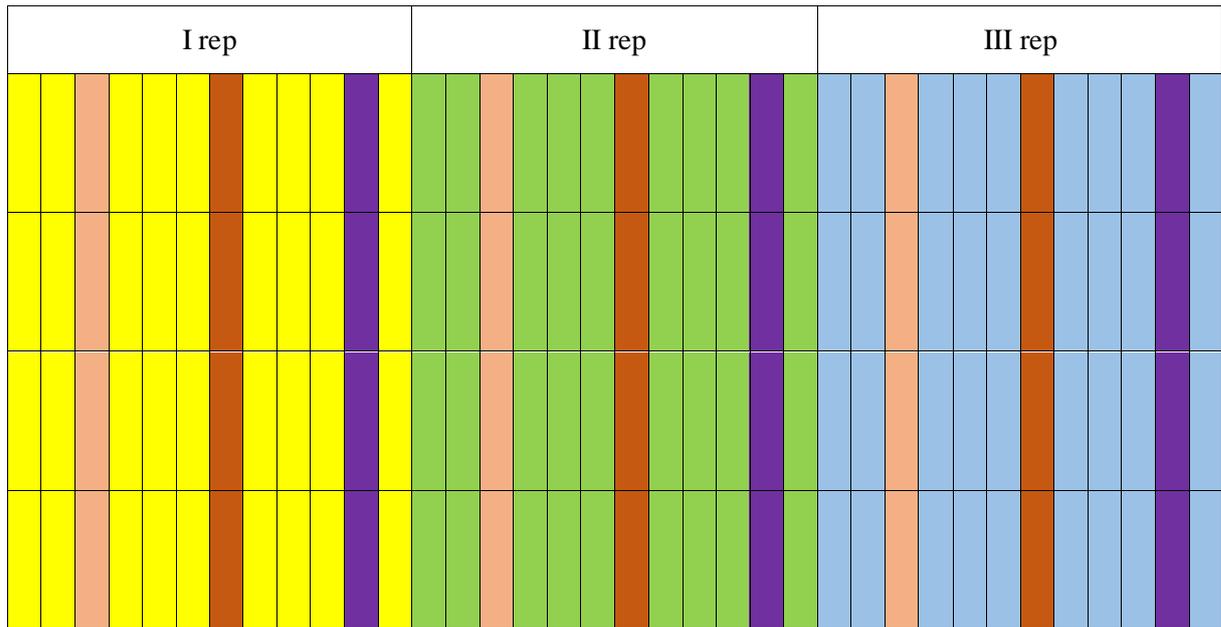
Para este análisis se tomó 5 frutos de tomate riñón por cada índice de cosecha por color previamente seleccionados de cada tratamiento para medir los sólidos totales, se utilizó un brixómetro y posteriormente los datos se registró diariamente por el lapso de 10 días en el libro de campo.

**10.14. Manejo específico del ensayo**

**10.14.1. Delimitación del área de ensayo**

Se estableció el ensayo en un invernadero de 1000 m<sup>2</sup>, el cultivo de tomate riñón fue establecido hace cinco meses, se procedió a diseñar los bloques para la aplicación del ozono de acuerdo a las dosis establecidas anteriormente, como se indica en la figura a continuación:

**Figura 2. Esquema de las aplicaciones del ozono por dosis**



**10.14.2. Preparación de las dosis de ozono**

Para la preparación del agua ozonificada, se procedió a utilizar una máquina generadora de ozono de 5g/h modelo QJ-8003K y un medidor de concentración de ozono en mg/l de marca Palintest modelo PTS-043. Se procedió a triturar una tableta Palintest por 4 segundos y se la colocó en un recipiente con agua potable, se usó la máquina generadora de ozono para obtener

las dosis requeridas y la concentración de ppm de ozono se midió en el medidor de concentración de ozono Palintest.

#### **10.14.3. Aplicación de los tratamientos con ozono**

Las aplicaciones fueron realizadas con el uso de una bomba mochila de fumigar de 20 litros a todos los frutos de tomate en sus diferentes estados fenológicos por cada cama, el invernadero cuenta con 36 camas de 20 m<sup>2</sup> de largo. Las aplicaciones de ozono para cada dosis fueron saltándose 3 camas para evitar problemas de contaminación y mezcla con las otras dosis.

#### **10.14.4. Cosecha de frutos de tomate**

La recolección de los frutos se realizó al siguiente día de la aplicación de los tratamientos, se utilizó kavetas de plástico y se etiquetó de acuerdo a las dosis para evitar confusiones, posteriormente fueron trasladados al Laboratorio de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Una vez en Laboratorio se procedió a clasificar los tomates de acuerdo a la coloración que se plantea en el punto 10.7, de acuerdo al Factor A (Índices de cosecha por color) y a las dosis de aplicación de ozono

También se cosechó frutos de tomate sin aplicación en campo, de la misma manera se procedió a clasificar por color, una vez obtenido los frutos clasificados se procedió a sumergir los mismos en el agua ozonificada de acuerdo a las dosis propuestas.

#### **10.14.5. Toma de datos de pH**

Se tomó un fruto de cada tratamiento tanto de precosecha como de poscosecha para proceder a licuarlo y obtener el zumo del mismo, con un pH-metro se procedió a tomar el valor registrado, se anotó en el libro de campo los datos obtenidos durante 10 días.

#### **10.14.6. Toma de datos de sólidos totales**

Se tomó un fruto de cada tratamiento tanto de precosecha como de poscosecha para proceder a licuarlo y obtener el zumo del mismo, con un brixómetro se procedió a tomar el valor registrado del zumo, se anotó en el libro de campo los datos obtenidos durante 10 días.

**10.14.7. Toma de datos de firmeza**

Se tomó un fruto de cada tratamiento tanto de precosecha como de poscosecha, con un penetrómetro se procedió a tomar el valor registrado, se procedió a anotar en el libro de campo los datos obtenidos durante 10 días.

**10.14.8. Toma de datos de peso**

Se procedió a tomar los frutos de tomate y se procedió a registrar el peso de cada tratamiento durante 10 días mediante el uso de una balanza. Los datos se registraron en el libro de campo.

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 11.1.Variable pH

Al realizar el Análisis de varianza de la variable pH, se obtuvo resultados significativos durante los diez días de toma de datos, se puede visualizar cada uno de los resultados en la tabla 14. En el primer día de toma de datos las fuentes de variación Tratamiento, Factor B (Etapa de aplicación), Factor C (Dosis de ozono) y la interacción B x C presentaron significación estadística, el coeficiente de variación fue de 7,23%. Para el segundo día de toma de datos, los resultados con significación estadística fueron para las fuentes de variación Tratamientos, Factor B (Etapa de aplicación), A x C y la interacción de los factores A x B x C, el coeficiente de variación fue de 11,95%. En el tercer día solamente la fuente de variación Factor B (Etapa de aplicación) presentó significación estadística, el resto de fuentes de variación no fueron significantes estadísticamente, el coeficiente de variación fue de 9,38%. Los resultados del cuarto día de toma de datos, proporcionó que ninguna fuente de variación resultó tener significación estadística y el coeficiente de variación fue de 10,55%. El quinto día, se observó que hubo significación estadística para las fuentes de variación Tratamientos, Factor B (Etapa de aplicación), Factor C (Dosis de ozono), interacción B x C e interacción A x B x C, el coeficiente de variación fue de 6,46%. Para el sexto día de toma de datos se observó que las fuentes de variación Tratamientos, Factor C (Dosis de ozono) y las interacciones B x C y A x B x C fueron estadísticamente significantes, el resto de fuentes de variación no presentaron significación estadística, el coeficiente de variación fue de 8,27%. El séptimo día de toma de datos indicó que únicamente la fuente de variación Factor B (Etapa de aplicación) presentó significación estadística, mientras que las restantes fuentes de variación no presentaron significación estadística, el coeficiente de variación fue de 6,10%. Para el octavo día se observó que las fuentes de variación Tratamientos, Factor A (Índices de cosecha por color), las interacciones A x B, A x C y A x B x C fueron estadísticamente significativas, el coeficiente de variación para el octavo día fue de 5,14%. En el noveno día la significación estadística fue para las fuentes de variación Tratamientos, Factor B (Etapa de aplicación) y Factor C (Dosis de ozono), los restantes no fueron estadísticamente significantes, el coeficiente de variación fue de 5,78%. Finalmente, el décimo día se presentó resultados significativos estadísticamente para las fuentes de variación Tratamientos, Factor A (Índices de cosecha por color), Factor B (Etapa de aplicación), Factor C (Dosis de ozono), interacción A x B, interacción A x C y la interacción de los tres factores en estudio A x B x C. el coeficiente de variación fue de 5,71%.

**Tabla 14. ADEVA para la variable pH**

		1 día	2 día	3 día	5 día	6 día	7 día	8 día	9 día	10 día
F.V.	gl	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
TRATAMIENTO	23	<0,0001 *	0,0041 *	0,113 ns	<0,0001 *	<0,0001 *	0,1168 ns	0,0008 *	0,0421 *	<0,0001 *
REPETICION	2	0,301 ns	0,9451 ns	0,368 ns	0,6786 ns	0,985 ns	0,8868 ns	0,7235 ns	0,4469 ns	0,6806 ns
FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	3	0,063 ns	0,434 ns	0,816 ns	0,470 ns	0,362 ns	0,577 ns	0,005 *	0,154 ns	0,027 *
FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	1	2,17E-07 *	0,026 *	0,001 *	6,96E-11 *	0,234 ns	0,002 *	0,835 ns	0,033 *	0,003 *
FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	2	5,61E-10 *	0,512 ns	0,540 ns	1,30E-08 *	<0,0001 *	0,320 ns	0,673 ns	0,025 *	0,001 *
ÍNDICES*ETAPA	3	0,684 ns	0,099 ns	0,262 ns	0,107 ns	0,595 ns	0,086 ns	0,007 *	0,187 ns	0,000 *
ÍNDICES*DOSIS	6	0,168 ns	0,014 *	0,145 ns	0,084 ns	0,052 ns	0,340 ns	0,029 *	0,436 ns	0,011 *
ETAPA*DOSIS	2	1,60E-08 *	0,446 ns	0,689 ns	<0,0001 *	1,81E-06 *	0,233 ns	0,310 ns	0,610 ns	0,093 ns
ÍNDICES*ETAPA*DOSIS	6	0,275 ns	0,003 *	0,520 ns	0,024 *	0,027 *	0,436 ns	0,029 *	0,112 ns	0,006 *
Error	46									
Total	71									
	<b>CV (%)</b>	<b>7,23</b>	<b>11,95</b>	<b>10,55</b>	<b>6,46</b>	<b>8,27</b>	<b>6,1</b>	<b>5,14</b>	<b>5,78</b>	<b>5,71</b>

**Elaborado por: Mañay, N. (2021)**

**Tabla 15. Prueba de Tukey para Tratamientos en la variable pH**

TRAT.	1 día					2 día					5 día					6 día					8 día					9 día					10 día				
	Medias	Rangos				Medias	Rangos				Medias	Rangos				Medias	Rangos				Medias	Rangos				Medias	Rangos				Medias	Rangos			
T1	4,2				E	3,7	A	B	4,0		B	C	D	E	3,0				D	4,5	A				4,1		B				4,2		B		
T2	4,2				E	4,0	A	B	4,0		B	C	D	E	3,3		B	C	D	4,1	A				4,1		B				4,1		B		
T3	4,0				E	4,5	A	B	4,0		B	C	D	E	3,2			C	D	3,4		B			4,2	A	B				4,2		B		
T4	4,5	B	C	D	E	4,5	A	B	4,8	A	B				4,0	A	B	C	D	4,5	A				4,2	A	B				4,2		B		
T5	4,1				E	4,8	A		4,4	A	B	C			4,6	A				4,2	A				4,2		B				4,1		B		
T6	4,4		C	D	E	4,8	A		4,9	A				4,3	A	B				4,2	A				4,5	A	B				4,4		B		
T7	4,2				E	4,0	A	B	4,5	A	B			4,2	A	B	C			4,1	A				4,2	A	B		A		4,9	A	B		
T8	4,0				E	4,5	A	B	4,4	A	B	C			4,1	A	B	C			4,1	A			4,3	A	B				4,1		B		
T9	4,4		C	D	E	4,1	A	B	4,2	A	B	C			3,8	A	B	C	D	4,1	A				4,4	A	B				4,2		B		
T10	4,4			D	E	4,2	A	B	4,2	A	B	C			4,7	A				4,4	A				5,0	A				4,4		B			
T11	4,2				E	4,7	A	B	4,1	A	B	C			4,6	A				4,1	A	B			4,1		B				4,1		B		
T12	4,2				E	4,2	A	B	4,2	A	B	C			4,2	A	B	C			4,5	A			4,2		B				4,2		B		
T13	4,1				E	5,2	A		3,7		C	D	E	F	4,1	A	B	C			4,2	A			4,1		B				4,2		B		
T14	4,1				E	5,1	A		3,0				F	4,2	A	B	C			4,2	A			4,1		B				4,1		B			
T15	4,0				E	5,0	A		3,3			D	E	F	4,1	A	B	C			4,2	A			4,1		B				4,2		B		
T16	4,2				E	3,1		B	3,2				E	F	4,1	A	B	C			4,2	A			4,0		B				4,3		B		
T17	4,9	A	B	C	D	E	5,0	A		4,0		B	C	D	E	4,1	A	B	C			4,1	A			4,2	A	B				4,4		B	
T18	4,6		B	C	D	E	4,3	A	B	4,0		B	C	D	E	4,0	A	B	C	D	4,2	A			4,2	A	B				4,7	A	B		
T19	4,0				E	4,1	A	B	4,0		B	C	D			4,0	A	B	C	D	4,2	A			4,1		B				4,4		B		
T20	4,2				E	5,0	A		4,1	A	B	C			4,2	A	B	C			4,3	A			4,2		B				4,7	A	B		
T21	5,4	A	B	C			4,7	A	B	4,0		B	C	D	E	4,0	A	B	C	D	4,1	A			4,1		B				4,3		B		
T22	5,8	A				4,7	A	B	4,0		B	C	D			4,0	A	B	C	D	4,1	A			4,2		B				4,2		B		
T23	5,5	A	B			4,8	A	B	4,0		B	C	D			4,1	A	B	C			4,2	A			4,2	A	B				4,4		B	
T24	5,3	A	B	C	D	4,6	A	B	4,1	A	B	C	D			4,1	A	B	C			4,2	A			4,3	A	B				5,4	A		

Elaborado por: Mañay, N. (2021)

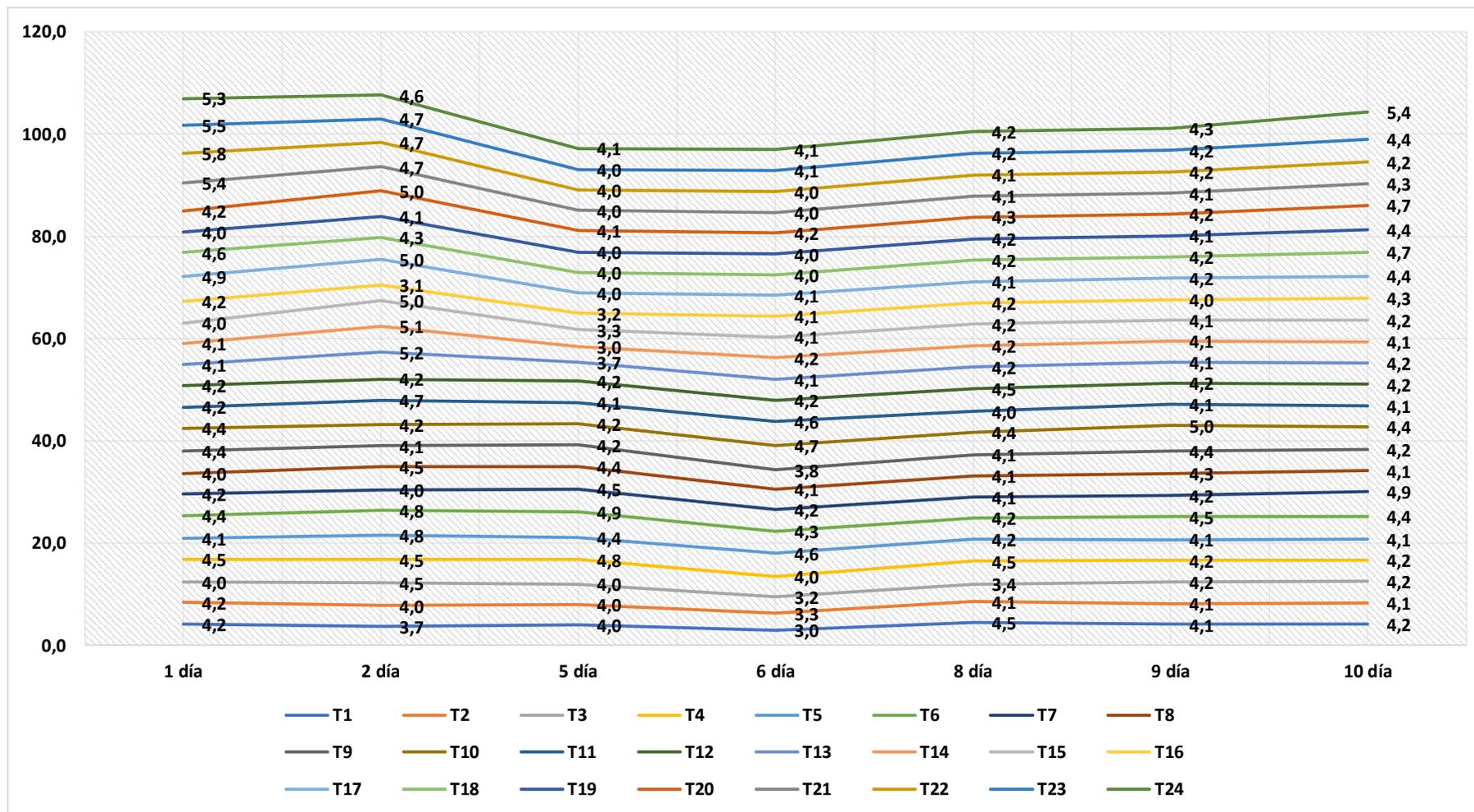
Se aplicó la prueba de Tukey para la fuente de variación Tratamientos en cada una de las fechas de datos donde se obtuvo significación estadística. En el primer día de cosecha se observó 8 rangos de significancia donde el tratamiento T22 obtiene el mejor promedio con un valor de 5,8 de pH alcanzando el primer rango de significación; mientras que el último rango lo compartieron varios tratamientos donde el menor promedio fue para los tratamientos T3, T8, T15 y T19 con un valor de 4,0. Para el segundo día después de la cosecha se observó tres rangos de significancia, donde el primer rango fue compartido por los tratamientos T13 con un valor promedio de 5,2; T14 con un valor de 5,1; T15, T17 y T20 con un valor promedio de 5,0; y, T5 y T6 con un promedio de 4,8.

Para el quinto día después de la cosecha hubo 12 rangos de significación, siendo el tratamiento T6 que alcanzó el mejor promedio con un valor de 4,9 ubicándose en el primer rango de significancia. El último rango lo ocupó T14 con un promedio de 3,0. El sexto día después de la cosecha presentó 7 rangos de significación estadística, el primer rango fue compartido por los tratamientos T5 con un promedio de 4,2; T11 con un promedio de 4,5 y con un valor promedio de 4,1 el tratamiento T11. El octavo día después de la cosecha presentó tres rangos de significación donde el primer rango fue compartido por todos los tratamientos dentro del rango de pH de 4,1 a 4,5, excepto el tratamiento T11 que obtuvo un promedio de 4,0 ubicándose en el segundo rango y el tratamiento T3 con un promedio de 3,4 se ubicó en el último rango.

El noveno día después de la cosecha presentó tres rangos de significación, el primer rango fue ocupado por el tratamiento T10 con un promedio de 5,0; el último rango fue compartido por varios tratamientos siendo T2, T5, T8, T11 y T14 que obtuvieron el menor promedio con un valor de 4,1 ubicándose en el último rango. Finalmente, para el décimo día después de la cosecha, hubo tres rangos de significación, el tratamiento T24 ocupó el primer rango con un valor promedio de 5,4; mientras que el último rango fue ocupado por varios tratamientos contemplados en un rango de pH de 4,4 a 4,1.

De acuerdo a Barret et al. (2010) indica que uno de los parámetros que determinan la calidad interna de los frutos del tomate es el índice de acidez (pH) donde el zumo se sitúa normalmente en valores de 4,2 a 4,4. Loo (2016), en su investigación presentó valores comprendidos entre 4,21 y 4,35 en el zumo de tomate, siendo valores que permiten que el fruto del tomate se utilice en la industria, siendo este pH bajo poco atractivo a la contaminación microbiana.

Figura 3. Promedios para Tratamientos en la variable pH



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

**Tabla 16. Prueba de Tukey para Factor A (Índices de cosecha por color) en la variable pH**

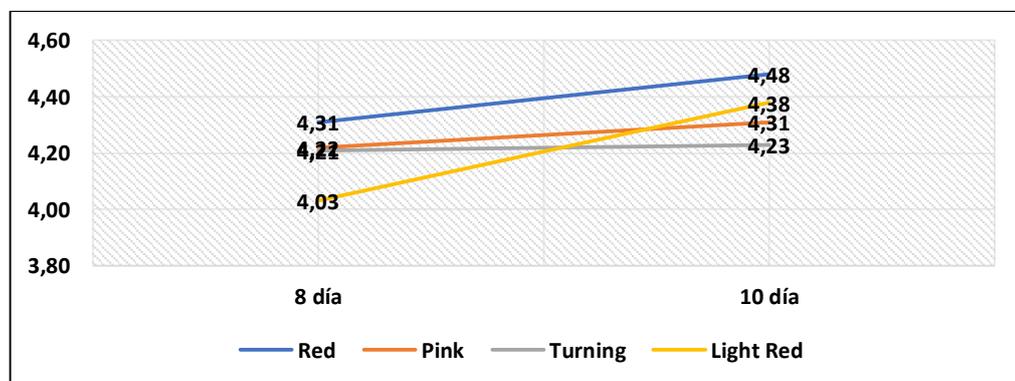
FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	8 día		10 día	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos
Red	4,31	A	4,48	A
Pink	4,22	A	4,31	A B
Turning	4,21	A B	4,23	B
Light Red	4,03	B	4,38	A B

**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

La tabla 16 presentó los rangos de significación obtenidos por los promedios del Factor A (Índices de cosecha por color), se aplicó la Prueba de Tukey al 5%, donde solamente en dos fechas se presentó significancia estadística para la variable pH. Para el octavo día después de la cosecha hubo tres rangos de significación, donde el primer rango lo ocupó los índices de cosecha por color Red con 4,3 y Pink con 4,2; el segundo rango de significación lo ocupó el color Turning con un promedio de 4,21 y el color Light Red ocupó el último rango de significación con un promedio de pH de 4,03. El décimo día después de la cosecha se observó tres rangos de significación, el primer rango fue para el color Red con un promedio de 4,48, el segundo rango estuvo ocupado por los colores Light Red con un promedio de 4,38 y Pink con un promedio de 4,31; y finalmente, el color Turning obtuvo un promedio de 4,23 ocupando el último rango de significación.

Bautista, Arellanes y Pérez (2016) indican que encontraron diferencias significativas en su investigación con respecto al pH y el período de almacenamiento donde al corte del fruto el valor de pH fue de 3,60 mientras se incrementaba gradualmente hasta alcanzar un valor de 4,46 en la quinta semana de almacenamiento.

**Figura 4. Factor A (Índices de cosecha por color) en la variable pH**



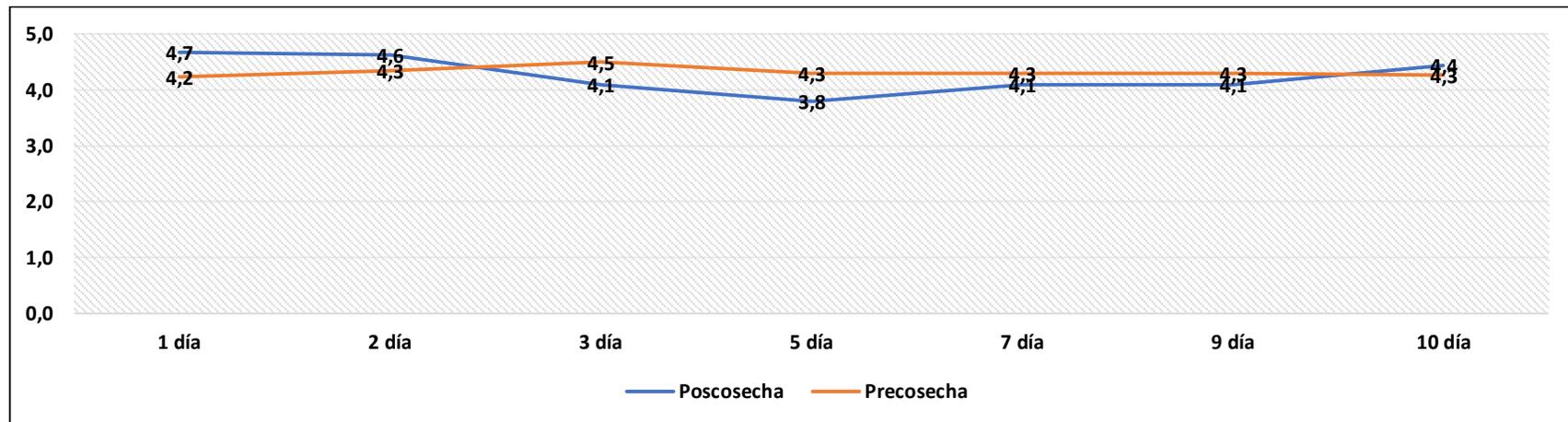
**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

**Tabla 17. Prueba de Tukey para Factor B (Etapa de aplicación) en la variable pH**

FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	1 día		2 día		3 día		5 día		7 día		9 día		10 día	
	Medias	Rangos												
Poscosecha	4,7	A	4,6	A	4,1	B	3,8	B	4,1	B	4,1	B	4,4	A
Precosecha	4,2	B	4,3	B	4,5	A	4,3	A	4,3	A	4,3	A	4,3	B

Elaborado por: Mañay, N. (2021)

**Figura 5. Factor B (Etapa de aplicación) en la variable pH**



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

Para el Factor B (Etapa de aplicación) se evidenció en la tabla 17 que para la etapa de aplicación en Poscosecha hubo tres fechas en los primeros rangos, para el primer día después de la cosecha con un promedio de 4,7; para el segundo día después de la cosecha con 4,6 y para el décimo día con un promedio de 4,4.

Para la aplicación en Precosecha las fechas con promedios en el primer rango de significación fue para el primer día con un promedio de 4,2; para el segundo, quinto, séptimo, noveno y décimo día después de la cosecha el promedio fue de 4,3; solamente en el tercer día a la cosecha el promedio del pH fue de 4,5.

Alvarado et al. (2019) indica que el valor de pH disminuye mientras el fruto aumenta su grado de madurez, ratificando los resultados que se obtuvieron en la investigación, Saavedra (2020) manifiesta que el pH del jugo se encuentra entre 4,2 y 4,4 para asegurar la estabilidad microbiológica durante el proceso, aseverando los promedios obtenidos en la investigación.

**Tabla 18. Prueba de Tukey para Factor C (Dosis de ozono) en la variable pH**

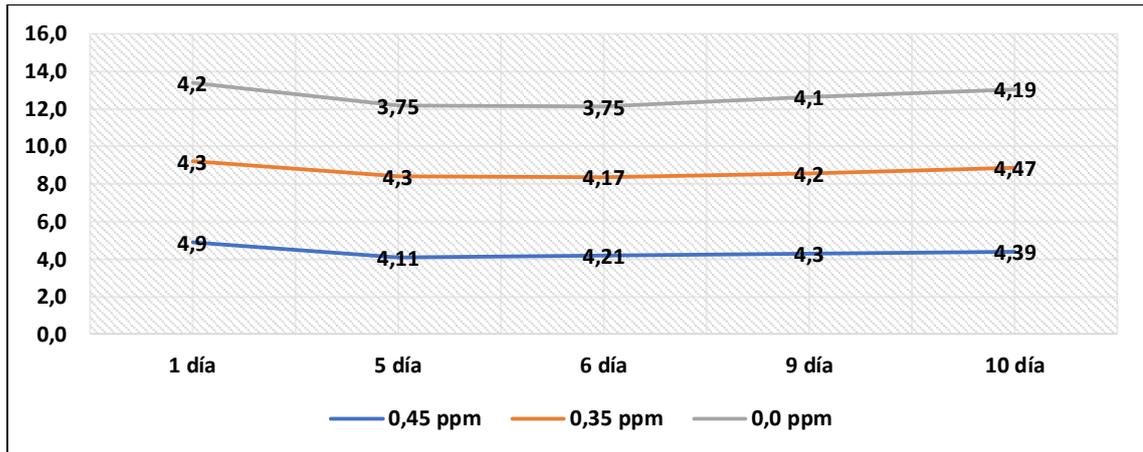
FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	1 día		5 día		6 día		9 día		10 día	
	Medias	Rangos								
0,45 ppm	4,9	A	4,11	B	4,21	A	4,3	A	4,39	A
0,35 ppm	4,3	B	4,3	A	4,17	A	4,2	A B	4,47	A
0,0 ppm	4,2	B	3,75		3,75	B	4,1	B	4,19	B

**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

En la tabla 18 se observó cinco fechas de tomas de datos donde se aplicó la Prueba de Tukey al 5%. Los resultados indicaron que la dosis de 0,45 ppm de ozono obtuvo un promedio en el primer día después de la cosecha de 4,9; el sexto día después de la cosecha con 4,21; el noveno día con 4,3 y el décimo día después de la cosecha un promedio de 4,39 ubicándose en el primer rango. También se pudo mencionar que la dosis de 0,35 ppm de ozono llegó a ocupar el primer rango de significación para el quinto día después de la cosecha con un promedio de 4,3; el sexto día después de la cosecha con 4,17 y el décimo día después de la cosecha con un promedio de 4,47.

La dosis 0 ppm de ozono se ubicó en los últimos rangos con valores menores a los mencionados. Estos valores demuestran lo mencionado por Monge y Loría (2021) en la determinación de criterios de selección para el rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum*) cultivado bajo invernadero con un valor promedio de pH de 3,97 con un valor mínimo de 3,52 y un valor máximo de 4,82; corroborando los resultados obtenidos en la investigación.

**Figura 6. Factor C (Dosis de ozono) en la variable pH**



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

**Tabla 19. Prueba de Tukey para A (Índices de cosecha por color) x B (Etapa de aplicación) en la variable pH**

FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	8 día		10 día	
		Medias	Rangos	Medias	Rangos
Red	Precosecha	4,4	A	4,2	B
Turning	Precosecha	4,3	A	4,2	B
Pink	Precosecha	4,2	A	4,3	B
Red	Poscosecha	4,2	A	4,8	A
Light Red	Poscosecha	4,2	A	4,4	B
Pink	Poscosecha	4,2	A	4,3	B
Turning	Poscosecha	4,1	A B	4,3	B
Light Red	Precosecha	3,9	B	4,4	B

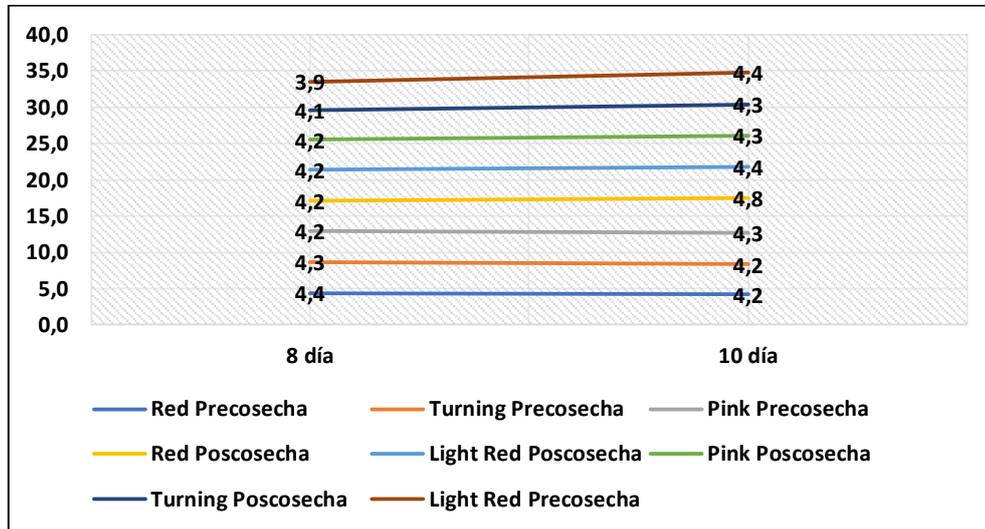
Elaborado por: Mañay, N. (2021)

La tabla 19 presentó para el octavo día después de la cosecha hubo tres rangos de significación, donde el primer rango de significación oscila promedios que van desde 4,2 hasta el 4,4 en el valor de pH, el color Red en precosecha alcanzó el promedio más alto con 4,4.

Para el décimo día después de la cosecha hubo dos rangos de significación donde el color Red en poscosecha alcanzó el primer rango de significación con un promedio de 4,8; las interacciones restantes se ubican en el segundo rango de significación con promedios que van desde 4,2 hasta 4,4.

Noale (2015), manifiesta que el pH del tomate es importante debido a que en la industria el valor del pH debe ser menor de 4,5 para procesar cualquier tomate natural, cuando el pH del tomate sube a partir de 4,6 las esporas de *Clostridium botulinum* pueden desarrollarse y producir toxinas para el ser humano.

**Figura 7. Interacción A (Índices de cosecha por color) x B (Etapa de aplicación) en la variable pH**



**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

En la tabla 20 se evidenció los rangos de significación para tres fechas de toma de datos. Para el segundo día después de la cosecha hubo tres rangos de significación, el color Turning con una dosis de 0,35 ppm se ubicó en el primer rango con un promedio de 4,9; para el séptimo día después de la cosecha también hubo tres rangos de significación donde el primer rango fue compartido por Turning con dosis 0 ppm y Red con dosis 0,45 ppm con un promedio de 4,4. Para el décimo día después de la cosecha se presentó 5 rangos de significación donde el color Red con dosis 0,45 ppm de ozono obtuvo un promedio de 4,8 ubicándose en el primer rango de significación. Rodoni (2008), indica en su investigación que el pH con los tratamientos de control tuvieron un aumento de 0,13 en 9 días de almacenamiento, mientras que los tratamientos donde se aplicó ozono obtuvo un promedio de diferencia de 0,10 en nueve días de almacenamiento. En la investigación realizada se observó que de acuerdo a las dosis de ozono

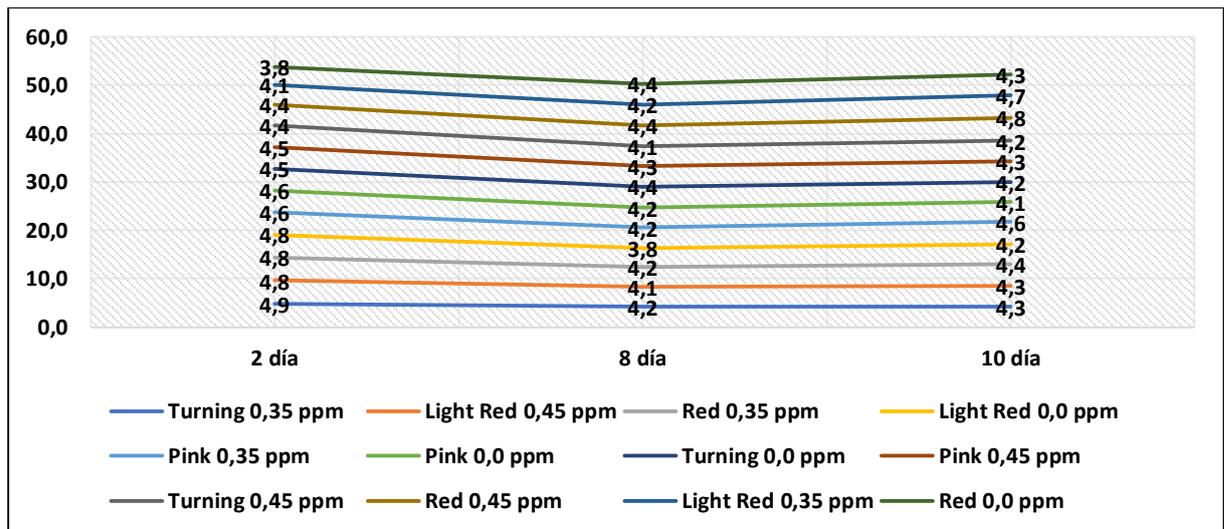
y al índice de cosecha, no hay mucha diferencia a los valores obtenidos por Rodoni, debido a que en algunos casos los resultados disminuyeron el valor del pH mientras que en otros casos este valor aumentó.

**Tabla 20. Prueba de Tukey para A (Índices de cosecha por color) x C (Dosis de ozono) en la variable pH**

FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	2 día		8 día		10 día	
		Media s	Rango s	Media s	Rango s	Media s	Rangos
Turning	0,35 ppm	4,9	A	4,2	A B	4,3	B C
Light Red	0,45 ppm	4,8	A B	4,1	A B	4,3	A B C
Red	0,35 ppm	4,8	A B	4,2	A B	4,4	A B C
Light Red	0,0 ppm	4,8	A B	3,8	B	4,2	B C
Pink	0,35 ppm	4,6	A B	4,2	A B	4,6	A B C
Pink	0,0 ppm	4,6	A B	4,2	A B	4,1	C
Turning	0,0 ppm	4,5	A B	4,4	A	4,2	B C
Pink	0,45 ppm	4,5	A B	4,3	A	4,3	B C
Turning	0,45 ppm	4,4	A B	4,1	A B	4,2	B C
Red	0,45 ppm	4,4	A B	4,4	A	4,8	A
Light Red	0,35 ppm	4,1	A B	4,2	A B	4,7	A B
Red	0,0 ppm	3,8	B	4,4	A	4,3	B C

Elaborado por: Mañay, N. (2021)

**Figura 8. Interacción A x C en la variable pH**



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

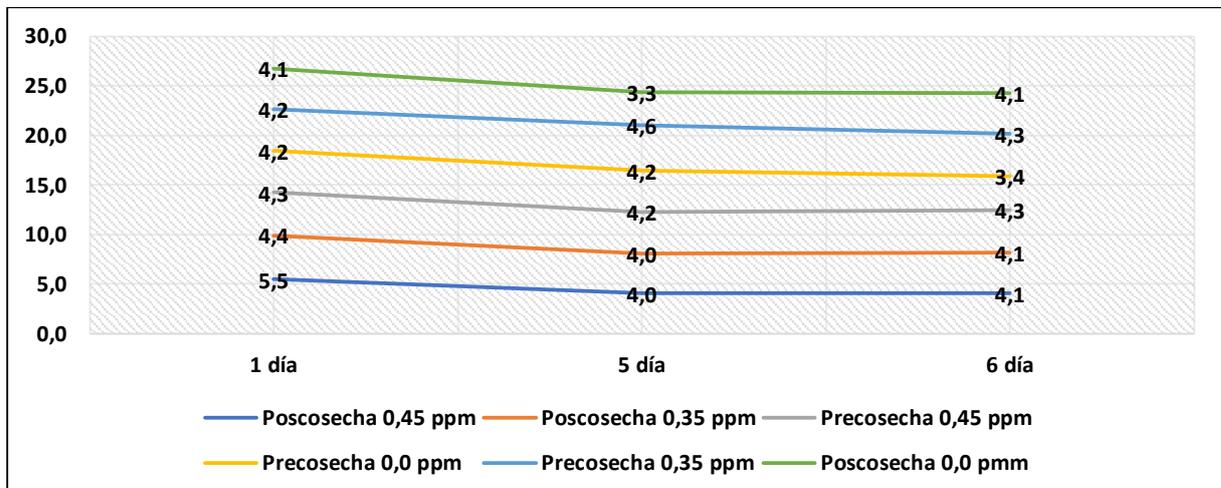
**Tabla 21. Prueba de Tukey para B (Etapa de aplicación) x C (Dosis de ozono) en la variable pH**

FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	1 día		5 día		6 día	
		Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
Poscosecha	0,45 ppm	5,5	A	4,0	B	4,1	A
Poscosecha	0,35 ppm	4,4	B	4,0	B	4,1	A
Precosecha	0,45 ppm	4,3	B	4,2	B	4,3	A
Precosecha	0,0 ppm	4,2	B	4,2	B	3,4	B
Precosecha	0,35 ppm	4,2	B	4,6	A	4,3	A
Poscosecha	0,0 ppm	4,1	B	3,3	C	4,1	A

**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

La tabla 21 presentó los rangos de significación para tres fechas de toma de datos. El primer día después de la cosecha hubo dos rangos de significación, el primer rango con un promedio de 5,5 fue para la dosis de 0,45 ppm aplicado en Poscosecha. Para el quinto día el primer rango fue para la dosis 0,35 ppm aplicado en Precosecha con un promedio de 4,6. Finalmente, para el sexto día después de la cosecha, el primer rango fue compartido entre los promedios 4,1 a 4,3; siendo únicamente la dosis 0 ppm en Precosecha quien ocupó el segundo rango con un promedio de 3,4. Se evidenció que los valores de pH tienden a disminuir mientras transcurren los días de cosecha siendo la aplicación en poscosecha donde la dosis de 0,45 ppm obtuvo una diferencia de 1,4 en el valor disminuido de pH, con dosis de 0,35 ppm la diferencia es de 0,3 y con dosis de 0 ppm los valores de pH se mantuvieron. En precosecha los valores de pH fueron iguales con la dosis de 0,45 ppm. La 0,35 ppm tuvo un aumento en 0,1 y con dosis 0 ppm disminuyó en 0,8.

**Figura 9. Interacción (Etapa de aplicación) x C (Dosis de ozono) en la variable pH**

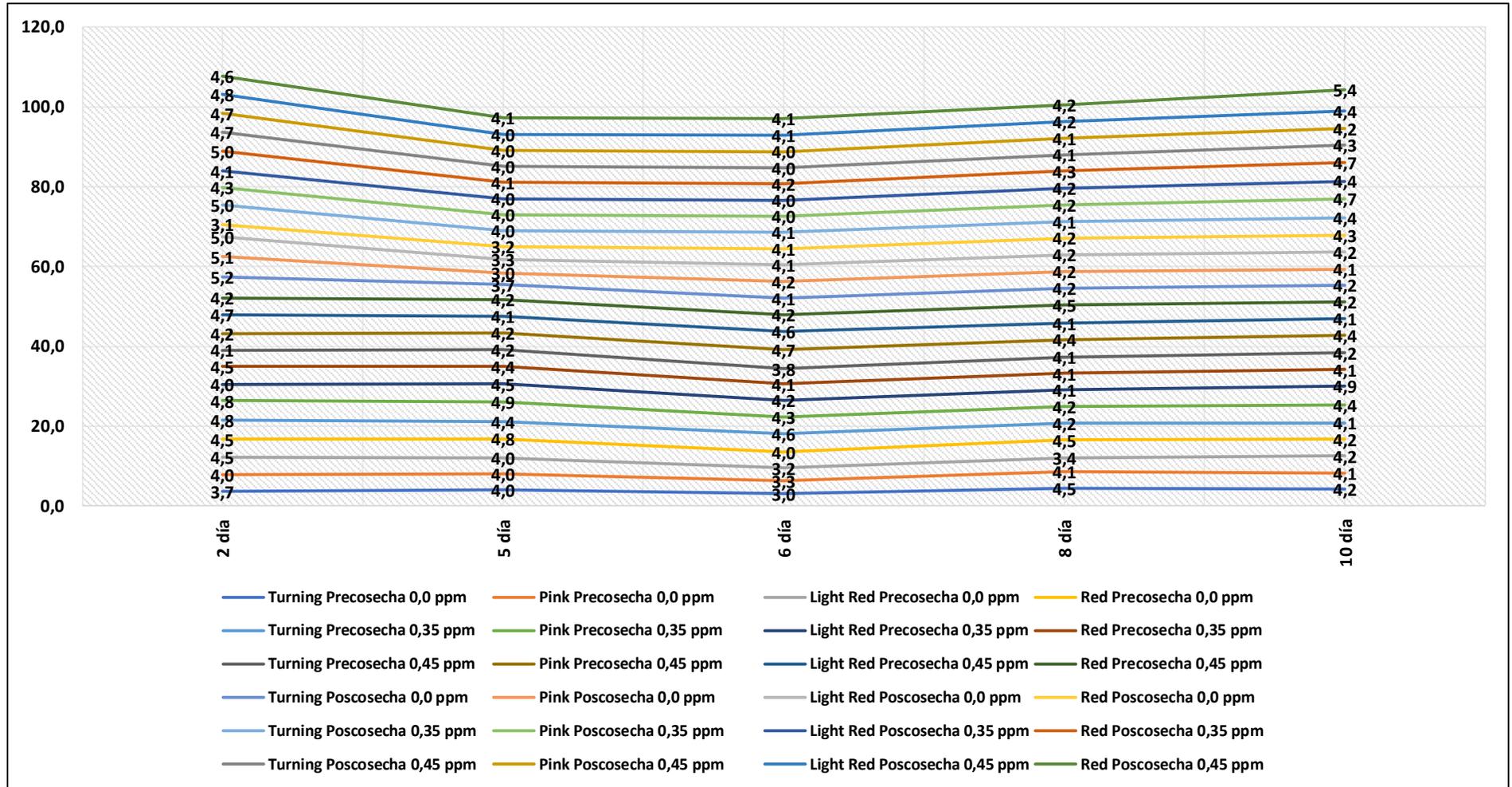


**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

**Tabla 22. Prueba de Tukey para A (Índices de cosecha por color) x B (Etapa de aplicación) x C (Dosis de ozono) en la variable pH**

FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	2 día		5 día				6 día		8 día		10 día						
			Medias	Rangos	Medias	Rangos			Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos					
Turning	Precosecha	0,0 ppm	3,7	A B	4,0	B	C	D	E	3,0		D	4,5	A	4,2	B			
Pink	Precosecha	0,0 ppm	4,0	A B	4,0	B	C	D	E	3,3	B	C	D	4,1	A	4,1	B		
Light Red	Precosecha	0,0 ppm	4,5	A B	4,0	B	C	D	E	3,2		C	D	3,4	B	4,2	B		
Red	Precosecha	0,0 ppm	4,5	A B	4,8	A	B			4,0	A	B	C	D	4,5	A	4,2	B	
Turning	Precosecha	0,35 ppm	4,8	A	4,4	A	B	C		4,6	A			4,2	A	4,1	B		
Pink	Precosecha	0,35 ppm	4,8	A	4,9	A				4,3	A	B		4,2	A	4,4	B		
Light Red	Precosecha	0,35 ppm	4,0	A B	4,5	A	B			4,2	A	B	C	4,1	A	4,9	A B		
Red	Precosecha	0,35 ppm	4,5	A B	4,4	A	B	C		4,1	A	B	C	4,1	A	4,1	B		
Turning	Precosecha	0,45 ppm	4,1	A B	4,2	A	B	C		3,8	A	B	C	D	4,1	A	4,2	B	
Pink	Precosecha	0,45 ppm	4,2	A B	4,2	A	B	C		4,7	A			4,4	A	4,4	B		
Light Red	Precosecha	0,45 ppm	4,7	A B	4,1	A	B	C		4,6	A			4,1	A	B	4,1	B	
Red	Precosecha	0,45 ppm	4,2	A B	4,2	A	B	C		4,2	A	B	C	4,5	A	4,2	B		
Turning	Poscosecha	0,0 ppm	5,2	A	3,7		C	D	E	F	4,1	A	B	C	4,2	A	4,2	B	
Pink	Poscosecha	0,0 ppm	5,1	A	3,0					F	4,2	A	B	C	4,2	A	4,1	B	
Light Red	Poscosecha	0,0 ppm	5,0	A	3,3			D	E	F	4,1	A	B	C	4,2	A	4,2	B	
Red	Poscosecha	0,0 ppm	3,1	B	3,2				E	F	4,1	A	B	C	4,2	A	4,3	B	
Turning	Poscosecha	0,35 ppm	5,0	A	4,0		B	C	D	E	4,1	A	B	C	4,1	A	4,4	B	
Pink	Poscosecha	0,35 ppm	4,3	A B	4,0		B	C	D	E	4,0	A	B	C	D	4,2	A	4,7	A B
Light Red	Poscosecha	0,35 ppm	4,1	A B	4,0		B	C	D		4,0	A	B	C	4,2	A	4,4	B	
Red	Poscosecha	0,35 ppm	5,0	A	4,1	A	B	C			4,2	A	B	C	4,3	A	4,7	A B	
Turning	Poscosecha	0,45 ppm	4,7	A B	4,0		B	C	D	E	4,0	A	B	C	4,1	A	4,3	B	
Pink	Poscosecha	0,45 ppm	4,7	A B	4,0		B	C	D		4,0	A	B	C	4,1	A	4,2	B	
Light Red	Poscosecha	0,45 ppm	4,8	A	4,0		B	C	D		4,1	A	B	C	4,2	A	4,4	B	
Red	Poscosecha	0,45 ppm	4,6	A B	4,1	A	B	C	D		4,1	A	B	C	4,2	A	5,4	A	

Figura 10. Interacción A (Índices de cosecha por color) x B (Etapa de aplicación) x C (Dosis de ozono) en la variable pH



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

La tabla 22 presentó los rangos de significación obtenidos luego de aplicar la Prueba de Tukey al 5% para cinco fechas de tomas de datos que fueron significantes en el análisis de varianza de la tabla 15. Para el segundo día después de la cosecha hubo tres rangos de significación, el primer rango fue compartido por varios factores donde el promedio más alto fue de 5,2 para color Turning con dosis de 0 ppm de ozono aplicado en poscosecha. Para el quinto día después de la cosecha se evidenció 10 rangos de significación donde el primer rango fue únicamente para el color Pink con dosis de 0,35 ppm de ozono aplicado en Precosecha con un promedio de 4,9. El sexto día obtuvo 6 rangos de significación, el primer rango lo compartieron el color Pink con dosis de 0,45 ppm de ozono aplicado en Precosecha con un promedio de 4,4; color Turning con dosis 0,35 ppm de ozono aplicado en Precosecha con un promedio de 4,1; con el mismo promedio se encontró el color Light Red con dosis 0,45 ppm de ozono aplicado en Precosecha.

### **11.2.Variable Sólidos Totales**

Al realizar el Análisis de varianza de la variable Sólidos Totales, se obtuvo resultados significativos durante los diez días de toma de datos, se puede visualizar cada uno de los resultados en la tabla 23. Para el primer día de toma de datos las fuentes de variación Tratamiento, Factor B (Etapa de aplicación), Factor C (Dosis de ozono) y la interacción A x B y B x C presentaron significación estadística, el coeficiente de variación fue de 15,61%. Para el segundo día de toma de datos, los resultados con significación estadística fueron para las fuentes de variación Tratamientos, Factor A (Índices de cosecha por color), la interacción A x C y B x C, el coeficiente de variación fue de 12,94%. En el tercer día hubo significación estadística para las fuentes de variación Tratamientos, Factor A (Índices de cosecha por color), Factor C (Dosis de ozono) y las interacciones A x C, B x C y A x B x C, el resto de fuentes de variación no fueron significantes estadísticamente, el coeficiente de variación fue de 12,15%. Los resultados del cuarto día de toma de datos, proporcionaron significación estadística a las fuentes de variación Tratamientos, Factor A (Índices de cosecha por color) y las interacciones A x C, B x C y A x B x C y el coeficiente de variación fue de 12,43%. El quinto día, se observó que hubo significación estadística para las fuentes de variación Tratamientos, Factor A (Índices de cosecha por color), Factor C (Dosis de ozono), las interacciones B x C y A x B x C, el coeficiente de variación fue de 11,88%. Para el sexto día de toma de datos se observó que las fuentes de variación Tratamientos, Factor C (Dosis de ozono) y las interacciones A x B y A x

**Tabla 23. ADEVA para la variable Sólidos Totales**

F.V.	gl	1 día	2 día	3 día	4 día	5 día	6 día	7 día	8 día	9 día	10 día
		p-valor									
TRATAMIENTO	23	<0,0001 *	0,0014 *	<0,0001 *	0,0015 *	0,0001 *	0,020 *	<0,0001 *	<0,0001 *	0,0001 *	0,0018 *
REPETICION	2	0,431 ns	0,333 ns	0,1368 ns	0,4408 ns	0,7502 ns	0,795 ns	0,9343 ns	0,3059 ns	0,586 ns	0,063 ns
FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	3	0,422 ns	0,037 *	0,013 *	0,684 ns	0,008 *	0,151 ns	0,005 *	0,016 *	0,089 ns	0,066 ns
FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	1	2,71E-07 *	0,667 ns	0,258 ns	0,619 ns	8,35E-02 ns	0,014 *	0,449 ns	0,002 *	3,67E-04 *	0,093 ns
FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	2	1,77E-02 *	0,263 ns	0,001 *	0,354 ns	8,06E-06 *	0,084 ns	4,19E-12 *	8,11E-08 *	1,62E-05 *	0,032 *
ÍNDICES*ETAPA	3	0,011 *	0,136 ns	0,430 ns	0,281 ns	0,169 ns	0,047 *	0,020 *	1,45E-04 *	0,401 ns	0,040 *
ÍNDICES*DOSIS	6	0,085 ns	0,022 *	0,000 *	0,002 *	0,130 ns	0,028 *	1,23E-07 *	0,010 *	0,234 ns	0,130 ns
ETAPA*DOSIS	2	3,35E-05 *	2,62E-05 *	0,011 *	0,026 *	2,22E-02 *	0,181 ns	0,441 ns	0,005 *	2,34E-04 *	0,208 ns
ÍNDICES*ETAPA*DOSIS	6	0,665 ns	0,850 ns	0,043 *	0,003 *	0,005 *	0,657 ns	2,13E-04 *	0,261 ns	0,275 ns	0,013 *
Error	46										
Total	71										
	<b>CV (%)</b>	<b>15,61</b>	<b>12,94</b>	<b>12,15</b>	<b>12,43</b>	<b>11,88</b>	<b>11,53</b>	<b>12,00</b>	<b>13,64</b>	<b>10,40</b>	<b>13,15</b>

Elaborado por: Mañay, N. (2021)

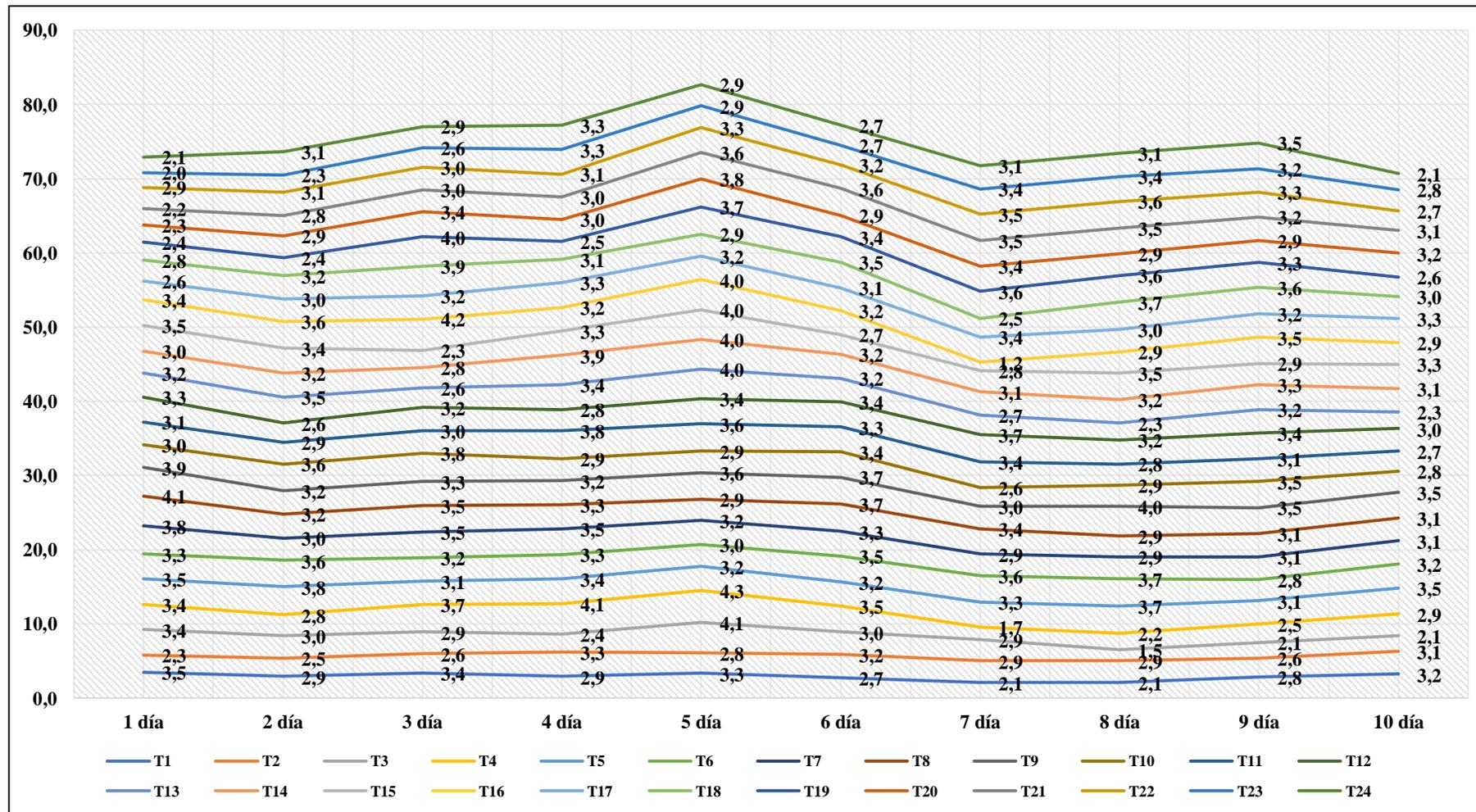
C fueron estadísticamente significantes, el coeficiente de variación fue de 11,53%. El séptimo día de toma de datos se observó que hubo significación estadística para las fuentes de variación Tratamientos, Factor A (Índices de cosecha por color), Factor C (Dosis de ozono), las interacciones A x B y A x C, el coeficiente de variación fue de 12,00%. Para el octavo día se observó que las fuentes de variación Tratamientos, Factor A (Índices de cosecha por color), Factor B (Etapas de aplicación), Factor C (Dosis de ozono) y las interacciones A x B, A x C y B x C fueron estadísticamente significativas, el coeficiente de variación para el octavo día fue de 13,64%. En el noveno día la significación estadística fue para las fuentes de variación Tratamientos, Factor B (Etapas de aplicación) y Factor C (Dosis de ozono), y la interacción B x C, el coeficiente de variación fue de 10,40%. Finalmente, el décimo día se presentó resultados significativos estadísticamente para las fuentes de variación Tratamientos, Factor C (Dosis de ozono), interacción A x B y A x B x C; el coeficiente de variación fue de 13,15%.

La prueba de Tukey que se aplicó a la fuente de variación Tratamientos (Tabla 24) en cada una de las fechas de datos donde se obtuvo significación estadística. En el primer día después de la cosecha se observó ocho rangos de significancia donde el tratamiento T8 obtiene el mejor promedio con un valor de 4,1°Brix alcanzando el primer rango de significación; mientras que el último rango fue para el tratamiento T23, con un valor de 2,0°Brix. Para el segundo día después de la cosecha se observó cinco rangos de significancia, donde el primer rango fue para el tratamiento T5 con un promedio de 3,8°Brix, mientras que el último rango fue para el tratamiento T23, con un valor de 2,3°Brix. Para el tercer día después de la cosecha hubo siete rangos de significación, siendo el tratamiento T16 quien alcanzó el mejor promedio con un valor de 4,2°Brix ubicándose en el primer rango de significancia. El último rango lo ocupó T15 con un promedio de 2,3°Brix. En la fecha del cuarto día se observó cinco rangos de significancia donde el tratamiento T4 obtiene el mejor promedio con un valor de 4,1°Brix alcanzando el primer rango de significación; mientras que el último rango fue para el tratamiento T3, con un valor de 2,4°Brix. Para el quinto día después de la cosecha se observó cinco rangos de significancia, donde el primer rango fue para el tratamiento T4 con un promedio de 4,3°Brix, mientras que el último rango fue para el tratamiento T23, con un valor de 2,8°Brix. El sexto día después de la cosecha presentó tres rangos de significación estadística, donde el primer rango lo compartieron varios tratamientos con un promedio desde 3,2°Brix hasta 3,7°Brix; mientras que el último rango fue para el tratamiento T23, con un valor de 2,7°Brix. El séptimo día presentó ocho rangos de significación estadística, donde el primer rango lo ocupa el tratamiento T12 con un promedio desde 3,7°Brix; mientras que el último rango fue para el tratamiento T16, con un valor de 1,2°Brix.

**Tabla 24. Prueba de Tukey para Tratamientos en la variable Sólidos Totales**

T	1 día					2 día					3 día					4 día					5 día					6 día					7 día					8 día					9 día					10 día				
	M	Rangos				M	Rangos				M	Rangos				M	Rangos				M	Rangos				M	Rangos				M	Rangos				M	Rangos				M	Rangos				M	Rangos			
T1	3,5	A	B	C	D	2,9	A	B	C	3,4	A	B	C	D	2,9	A	B	C	3,3	A	B	C	2,7		B	2,1			C	D	E	2,1				D	E	2,8	A	B	C	3,2	A	B						
T2	2,3			C	D	2,5		B	C	2,6			C	D	3,3	A	B	C	2,8			C	3,2	A	2,9	A	B	C			2,9	A	B	C	D	2,6	A	B	C	3,1	A	B								
T3	3,4	A	B	C	D	3,0	A	B	C	2,9		B	C	D	2,4			C	4,1	A	B		3,0	A	B	2,9	A	B	C			1,5				E	2,1			C	2,1		B							
T4	3,4	A	B	C	D	2,8	A	B	C	3,7	A	B	C		4,1	A			4,3	A			3,5	A	1,7				D	E	2,2			C	D	E	2,5		B	C	2,9	A	B							
T5	3,5	A	B	C	D	3,8	A			3,1	A	B	C	D	3,4	A	B	C	3,2	A	B	C	3,2	A	3,3	A	B			3,7	A				3,1	A	B	C	3,5	A										
T6	3,3	A	B	C	D	3,6	A	B	C	3,2	A	B	C	D	3,3	A	B	C	3,0	A	B	C	3,5	A	3,6	A	B			3,7	A				2,8	A	B	C	3,2	A	B									
T7	3,8	A	B	C		3,0	A	B	C	3,5	A	B	C	D	3,5	A	B	C	3,2	A	B	C	3,3	A	2,9	A	B	C			2,9	A	B	C	D	3,1	A	B	C	3,1	A	B								
T8	4,1	A				3,2	A	B	C	3,5	A	B	C	D	3,3	A	B	C	2,9		B	C	3,7	A	3,4	A	B			2,9	A	B	C	D	3,1	A	B		3,1	A	B									
T9	3,9	A	B			3,2	A	B	C	3,3	A	B	C	D	3,2	A	B	C	3,6	A	B	C	3,7	A	3,0	A	B	C			4,0	A				3,5	A	B		3,5	A									
T10	3,0	A	B	C	D	3,6	A	B		3,8	A	B	C		2,9	A	B	C	2,9		B	C	3,4	A	2,6	A	B	C	D	2,9	A	B	C	D	3,5	A	B		2,8	A	B									
T11	3,1	A	B	C	D	2,9	A	B	C	3,0	A	B	C	D	3,8	A	B		3,6	A	B	C	3,3	A	3,4	A	B			2,8	A	B	C	D	3,1	A	B	C	2,7	A	B									
T12	3,3	A	B	C	D	2,6	A	B	C	3,2	A	B	C	D	2,8		B	C	3,4	A	B	C	3,4	A	3,7	A			3,2	A	B	C	D	3,4	A	B		3,0	A	B										
T13	3,2	A	B	C	D	3,5	A	B	C	2,6			C	D	3,4	A	B	C	4,0	A	B	C	3,2	A	2,7	A	B	C	D	2,3		B	C	D	E	3,2	A	B		2,3	A	B								
T14	3,0	A	B	C	D	3,2	A	B	C	2,8		B	C	D	3,9	A	B		4,0	A	B	C	3,2	A	3,1	A	B	C			3,2	A	B	C	D	3,3	A	B		3,1	A	B								
T15	3,5	A	B	C	D	3,4	A	B	C	2,3				D	3,3	A	B	C	4,0	A	B	C	2,7		B	2,8	A	B	C	D	3,5	A	B	C				2,9	A	B	C	3,3	A	B						
T16	3,4	A	B	C	D	3,6	A	B		4,2	A				3,2	A	B	C	4,0	A	B	C	3,2	A	1,2					E	2,9	A	B	C	D	3,5	A	B		2,9	A	B								
T17	2,6	A	B	C	D	3,0	A	B	C	3,2	A	B	C	D	3,3	A	B	C	3,2	A	B	C	3,1	A	B	3,4	A	B			3,0	A	B	C	D	3,2	A	B		3,3	A	B								
T18	2,8	A	B	C	D	3,2	A	B	C	3,9	A	B			3,1	A	B	C	2,9		B	C	3,5	A	2,5		B	C	D	3,7	A				3,6	A			3,0	A	B									
T19	2,4		B	C	D	2,4		B	C	4,0	A	B			2,5			C	3,7	A	B	C	3,4	A	3,6	A	B			3,6	A	B			3,3	A	B		2,6	A	B									
T20	2,3			C	D	2,9	A	B	C	3,4	A	B	C	D	3,0	A	B	C	3,8	A	B	C	2,9	A	B	3,4	A	B			2,9	A	B	C	D	2,9	A	B	C	3,2	A	B								
T21	2,2				D	2,8	A	B	C	3,0	A	B	C	D	3,0	A	B	C	3,6	A	B	C	3,6	A	3,5	A	B			3,5	A	B	C			3,2	A	B		3,1	A	B								
T22	2,9	A	B	C	D	3,1	A	B	C	3,0	A	B	C	D	3,1	A	B	C	3,3	A	B	C	3,2	A	3,5	A	B			3,6	A	B			3,3	A	B		2,7	A	B									
T23	2,0				D	2,3			C	2,6			C	D	3,3	A	B	C	2,9		B	C	2,7		B	3,4	A	B			3,4	A	B	C	D	3,2	A	B		2,8	A	B								
T24	2,1				D	3,1	A	B	C	2,9		B	C	D	3,3	A	B	C	2,9		B	C	2,7		B	3,1	A	B	C			3,1	A	B	C	D	3,5	A	B		2,1		B							

Figura 11. Promedios para Tratamientos en la variable Sólidos Totales



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

El día octavo después de la cosecha presentó ocho rangos de significación donde el primer rango fue compartido por los tratamientos T9 con 4,0 °Brix; T5 y T18 con 3,7 °Brix, y el tratamiento T3 con un promedio de 1,5°Brix se ubicó en el último rango.

El noveno día después de la cosecha presentó cinco rangos de significación donde el primer rango fue ocupado por el tratamiento T18 con un promedio de 3,6°Brix; el último rango se el tratamiento T3 con un promedio de 2,1°Brix.

Finalmente, para el décimo día después de la cosecha, hubo tres rangos de significación, el tratamiento T5 ocupa el primer rango junto con T9 con un valor promedio de 3,5°Brix; mientras que el último rango fue ocupado por T3 con un promedio de 2,1°Brix. Se pudo evidenciar en la figura 10 cada uno de los tratamientos y valores obtenidos en cada día de toma de datos.

Bartell et al (2010) manifiesta que el contenido de sólidos solubles totales (°Brix) en la mayor parte de las variedades de tomate se sitúa entre 4,5 y 7,5 °Brix y puede ser influenciado por varios factores entre ellos el clima, riego, estado de madurez de frutos. Los promedios obtenidos por Rodoni (2008) sugiere que el tratamiento aplicado con ozono por algunos minutos antes de almacenar los frutos no provocó cambios significativos en la concentración de sólidos totales.

**Tabla 25. Prueba de Tukey para Factor A (Índices de cosecha por color) en la variable Sólidos Totales**

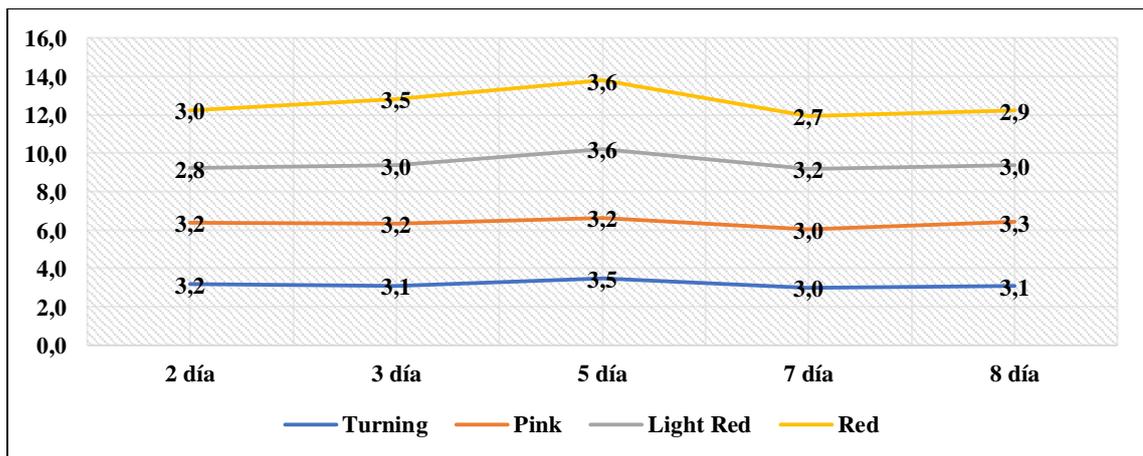
FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	2 día		3 día		5 día		7 día		8 día	
	Medias	Rangos								
Turning	3,2	A	3,1	B	3,5	A B	3,0	A B	3,1	A B
Pink	3,2	A	3,2	A B	3,2	B	3,0	A B	3,3	A
Light Red	2,8	B	3,0	B	3,6	A	3,2	A	3,0	A B
Red	3,0	A B	3,5	A	3,6	A	2,7	B	2,9	B

**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

La tabla 25 indicó los rangos de significación obtenidos por los promedios del Factor A (Índices de cosecha por color) (color) se aplicó la Prueba de Tukey al 5%, donde solamente en dos fechas se presentó significancia estadística para la variable Sólidos Totales. El segundo día después de

la cosecha presentó tres rangos de significación donde el color Turning y Pink tuvo el promedio más alto con 3,2°Brix ubicándose en el primer rango de significación. Para el cuarto día después de la cosecha hubo tres rangos de significación, donde el primer rango lo ocupó los índices de cosecha por color Red con 3,5°Brix. El quinto día después de la cosecha se observó tres rangos de significación, el primer rango fue para el color Red y Light Red con un promedio de 3,6°Brix respectivamente. Para el séptimo día, el primer rango obtuvo un promedio de 3,2°Brix fue para el color Light Red y el octavo día después de la cosecha con un promedio de 3,3°Brix fue para el índice de color Pink ubicándose en el primer rango de significación. Arana et al. (2007), indica que las cualidades organolépticas del tomate se relacionan con su composición química, mismos que en su período de madurez comercial deben tener un contenido de sólidos solubles entre 4 y 6 °Brix, relacionando el aroma y sabor óptimos, debido a que cuanto mayor es el contenido de sólidos solubles (°Brix), mayor es el rendimiento industrial del fruto.

**Figura 12. Factor A (Índices de cosecha por color) en la variable Sólidos Totales**



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

**Tabla 26. Prueba de Tukey para Factor B (Etapa de aplicación) en la variable Sólidos Totales**

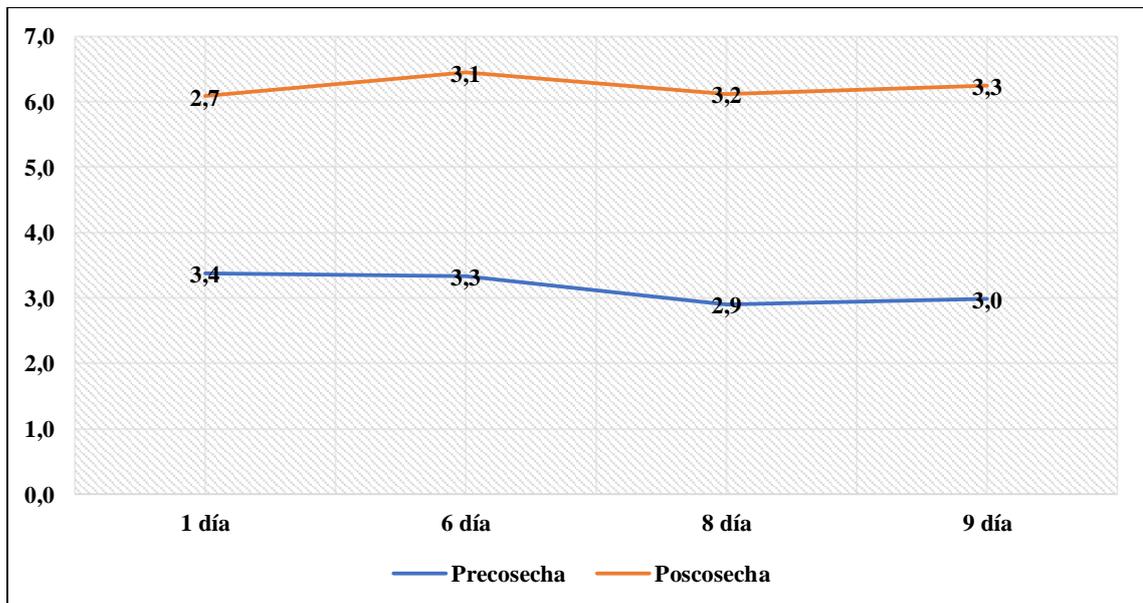
FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	1 día		6 día		8 día		9 día	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
Precosecha	3,4	A	3,3	A	2,9	B	3,0	B
Poscosecha	2,7	B	3,1	B	3,2	A	3,3	A

Elaborado por: Mañay, N. (2021)

Para el Factor B (Etapa de aplicación) en la variable Sólidos Totales se evidenció en la tabla 26 para la aplicación en Precosecha donde hubo dos fechas en los primeros rangos, para el primer día después de la cosecha con un promedio de 3,4°Brix y para el sexto día después de la cosecha con 3,3°Brix. Para la aplicación en Poscosecha las fechas con promedios en el primer rango de significación fue para el séptimo día después de la cosecha con 3,2°Brix y para el noveno día después de la cosecha con 3,3°Brix.

Noale (2015) indica que los sólidos solubles poseen interés en la industria debido a que, al emplear variedades con niveles más elevados, se requiere menor evaporación de agua hasta llegar al producto terminado con un consecuente ahorro en tiempo y energía, en el ensayo realizado obtuvo resultados que oscilaron entre 4,9 y 5,3 °Brix; se observó que los valores obtenidos en la investigación planteada son menores a los obtenidos por Noale en su investigación.

**Figura 13. Factor B (Etapa de aplicación) en la variable Sólidos Totales**



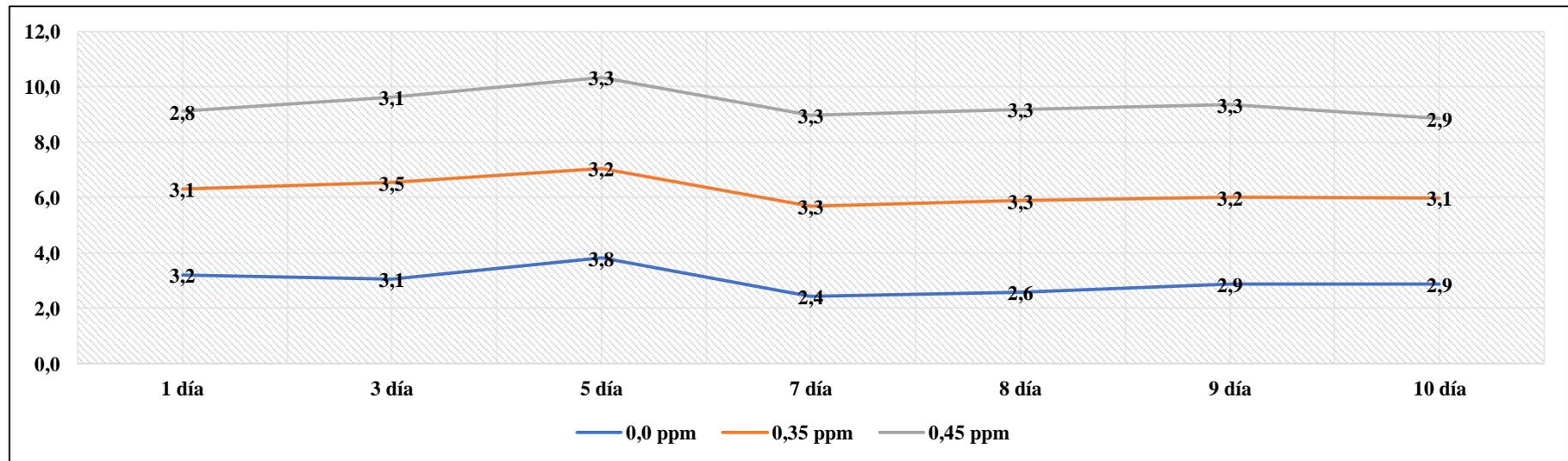
**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

**Tabla 27. Prueba de Tukey para Factor C (Dosis de ozono) en la variable Sólidos Totales**

FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	1 día		3 día		5 día		7 día		8 día		9 día		10 día	
	Medias	Rangos												
0,0 ppm	3,2	A	3,1	B	3,8	A	2,4	B	2,6	B	2,9	B	2,9	B
0,35 ppm	3,1	A B	3,5	A	3,2	B	3,3	A	3,3	A	3,2	A	3,1	A
0,45 ppm	2,8	B	3,1	B	3,3	B	3,3	A	3,3	A	3,3	A	2,9	B

Elaborado por: Mañay, N. (2021)

**Figura 14. Factor C (Dosis de ozono) en la variable Sólidos Totales**



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

En la tabla 27 se observó siete fechas de tomas de datos donde se aplicó la Prueba de Tukey al 5%. Los resultados indicaron que la dosis de 0,45 ppm de ozono obtuvo un promedio alto para el séptimo, octavo y noveno día después de la cosecha con un promedio de 3,3°Brix; ubicándose en el primer rango.

También se pudo mencionar que la dosis de 0,35 ppm de ozono llega a ocupar el primer rango de significación para el tercer día con un promedio de 3,5°Brix; el séptimo y octavo día después de la cosecha donde obtuvo un promedio de 3,3°Brix; el noveno día alcanzó un promedio de 3,2°Brix; y el décimo día después de la cosecha obtuvo un promedio de 3,1°Brix.

La dosis 0 ppm de ozono se ubicó para el primer día después de la cosecha con un promedio de 3,2°Brix y el quinto día después de la cosecha con 3,8°Brix en el primer rango de significación, las fechas restantes se ubicaron en los últimos rangos con valores menores a los mencionados.

San Martín, et al. (2012) indican en su investigación sobre calidad del tomate que obtuvieron valores para sólidos solubles totales en un rango de 7,08 a 7,24 °Brix, estos valores superan los promedios obtenidos en la investigación, conociendo que un incremento de los valores nutricionales de estos compuestos resulta en un incremento y aumento de la intensidad del sabor, esto implica una mejora en la calidad poscosecha del tomate (Thybo, Edelenbos, Christensen, Sorensen, & Thorup, 2006).

**Tabla 28. Prueba de Tukey para A (Índices de cosecha por color) x B (Etapa de aplicación) en la variable Sólidos Totales**

FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	1 día		6 día		7 día		8 día		10 día	
		Me días	Rangos	Me días	Rang os	Me días	Rang os	Me días	Rangos	Me días	Rang os
Turning	Precosecha	3,6	A	3,2	A B	2,8	A B	3,3	A B	3,4	A
Pink	Precosecha	2,9	C D	3,4	A B	3,0	A B	3,1	A B	3,1	A B
Light Red	Precosecha	3,4	A B C	3,2	A B	3,1	A B	2,4	C	2,7	B
Red	Precosecha	3,6	A B C D	3,5	A	2,9	A B	2,8	B C	3,0	A B
Turning	Poscosecha	2,6	D	3,3	A B	3,2	A	2,9	A B C	2,9	A B
Pink	Poscosecha	2,9	B C D	3,3	A B	3,0	A B	3,5	A	2,9	A B
Light Red	Poscosecha	2,6	D	2,9	B	3,3	A	3,5	A	2,9	A B
Red	Poscosecha	2,6	D	2,9	B	2,6	B	3,0	A B C	2,7	B

**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

La tabla 28 presentó para el primer día después de la cosecha que hubo seis rangos de significación, donde el primer rango de significación fue para el color Turning en Precosecha que alcanzó el promedio más alto con 3,6°Brix.

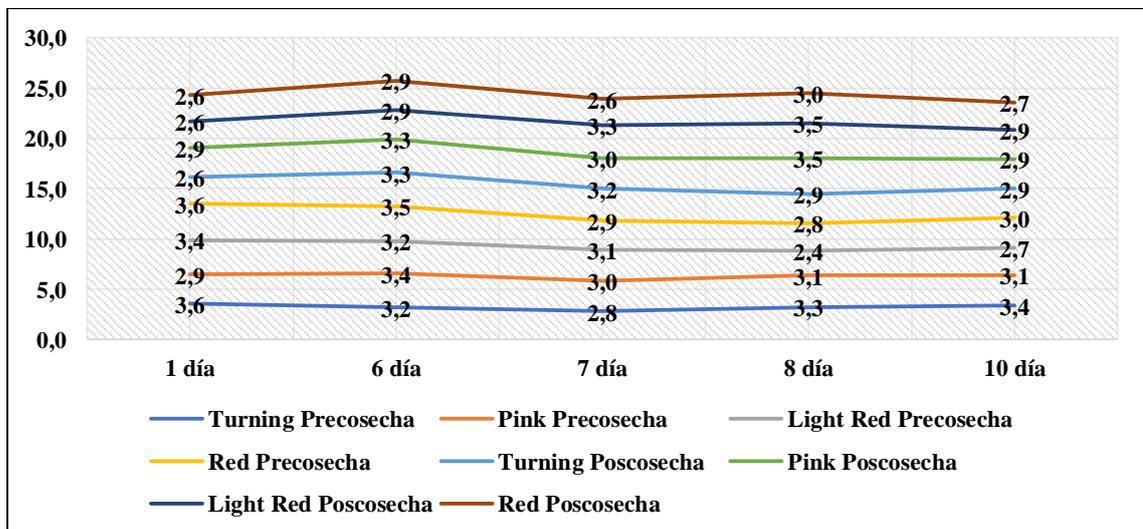
Para el sexto día existen tres rangos de significación donde el color Red en Precosecha alcanzó el primer rango de significación con un promedio de 3,5°Brix.

El séptimo día presentó tres rangos de significancia donde el color Turning en Poscosecha alcanzó el promedio más alto con 3,2°Brix ubicándose en el primer rango de significación.

Para el octavo día después de la cosecha hubo seis rangos de significación donde el color Pink y Light Red en Poscosecha alcanzaron el primer rango de significación con un promedio de 3,5°Brix.

Finalmente, el décimo día después de la cosecha hubo tres rangos de significación donde el primer rango de significación fue para el color Turning en Precosecha que alcanzó el promedio más alto con 3,4°Brix.

**Figura 15. Interacción A (Índices de cosecha por color) x B (Etapa de aplicación) en la variable Sólidos Totales**



**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

Brasiliano et al. (2006), reporta valores mínimos de sólidos solubles alrededor del 4,5%, valor considerado bajo para la industrialización del tomate, Turhan y Seniz (2009) evalúan varios genotipos de tomate llegando a promedios en su investigación en un rango de 5,38 hasta 5,50%; los promedios obtenidos en la investigación realizada oscilan entre 2,6 y 3,6 °Brix.

En la tabla 29 se evidenció los rangos de significación para seis fechas de toma de datos. Para el segundo día después de la cosecha existieron tres rangos de significación, donde el primer rango fue compartido por Turning y Pink con dosis 0,35 ppm y Pink con dosis 0,45 ppm con un promedio de 3,4°Brix. Para el tercer día después de la cosecha se presentó diez rangos de significación donde el color Red con dosis 0,0 ppm de ozono obtuvo un promedio de 4,0 °Brix ubicándose en el primer rango de significación.

Para el cuarto día después de la cosecha el color Red con dosis 0,0 ppm de ozono obtuvo un promedio de 3,7°Brix ubicándose en el primer rango de significación. El sexto día después de la cosecha, el color Turning con la dosis de 0,45 ppm se ubicó en el primer rango con un promedio de 3,6°Brix.

El séptimo día después de la cosecha presentó cuatro rangos de significación donde el primer rango lo compartieron Turning y 0,35 ppm; Red y 0,35 ppm; Light Red y 0,45 ppm y Red y 0,45 ppm con promedio de 3,4°Brix. Light Red y 0,35 ppm se ubicó en el mismo rango con un promedio de 3,3°Brix y Turning con 0,45 ppm obtuvo un promedio de 3,2°Brix.

Para el octavo día hubo siete rangos de significación, el primer rango fue compartido con un promedio de 3,7°Brix por el índice de cosecha Pink con 0,35 ppm y Turning con 0,45 ppm.

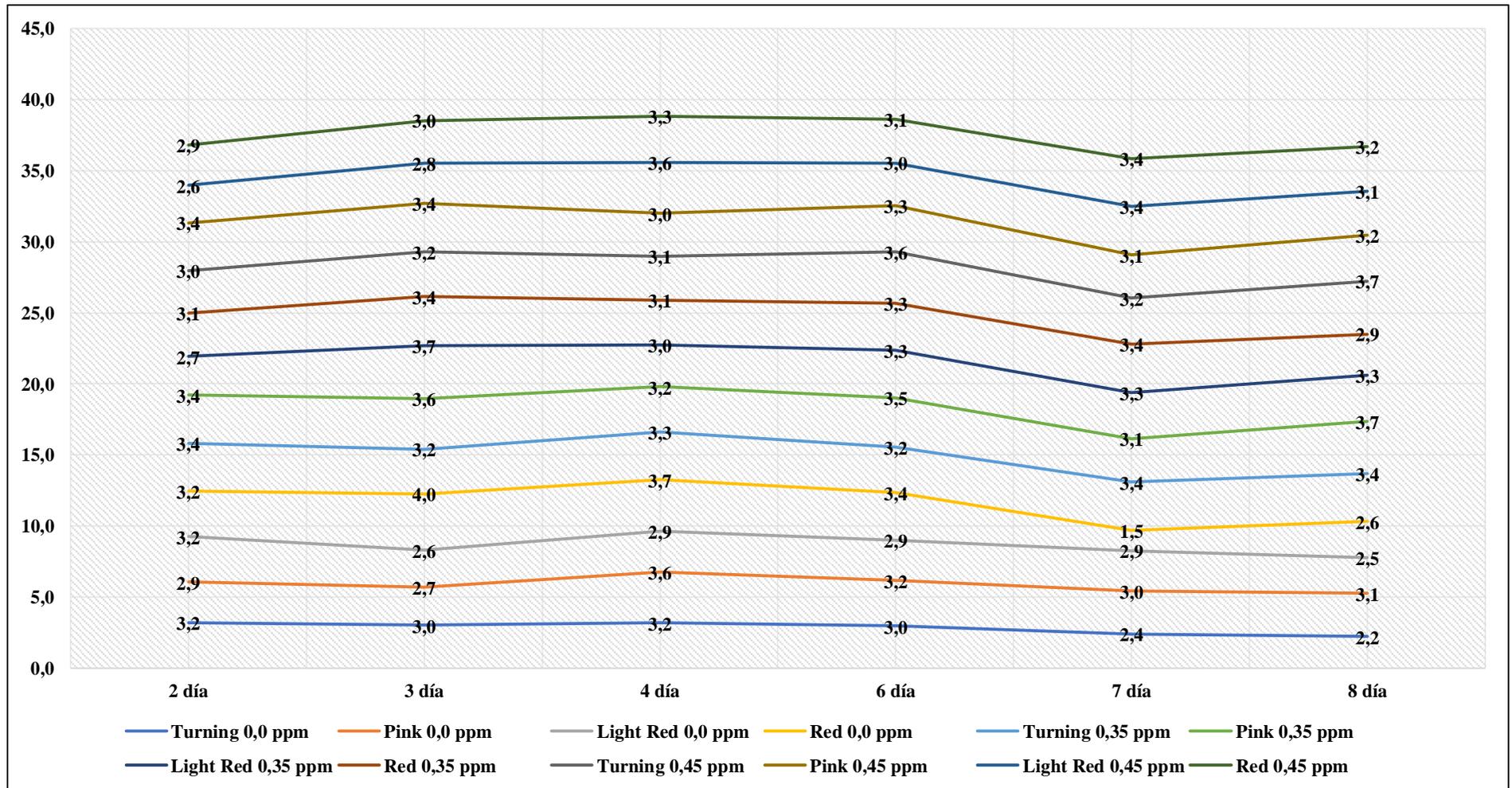
Farooq et al (2021) manifiesta en su investigación sobre los efectos interactivos de la irrigación de agua salina y fertilización nitrogenada en tomate que la productividad del tomate y las características de calidad fueron altamente significantes obteniendo valores promedio de sólidos solubles totales entre 6,06 y 6,31 °Brix mientras que el tratamiento control obtuvo una media de 5,55 °Brix, los promedios obtenidos en la investigación son inferiores a los presentados por Farooq (2021), presentando un rango entre 2,6 y 3,6 °Brix.

**Tabla 29. Prueba de Tukey para A (Índices de cosecha por color) x C (Dosis de ozono) en la variable Sólidos Totales**

FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	2 día		3 día				4 día		6 día		7 día		8 día	
		Medi as	Rang os	Medi as	Rangos			Medi as	Rang os	Medi as	Rang os	Medi as	Rangos	Medi as	Rangos
Turning	0,0 ppm	3,2	A B	3,0	B C D E	3,2	A B	3,0	A B	2,4	B	2,2		D	
Pink	0,0 ppm	2,9	A B	2,7		D E	3,6	A B	3,2	A B	3,0	A B	3,1	A B C	
Light Red	0,0 ppm	3,2	A B	2,6		E	2,9	B	2,9	B	2,9	A B	2,5	C D	
Red	0,0 ppm	3,2	A B	4,0	A		3,7	A	3,4	A B	1,5	C	2,6	B C D	
Turning	0,35 ppm	3,4	A	3,2	B C D E	3,3	A B	3,2	A B	3,4	A	3,4	A B		
Pink	0,35 ppm	3,4	A	3,6	A B C		3,2	A B	3,5	A B	3,1	A B	3,7	A	
Light Red	0,35 ppm	2,7	B	3,7	A B		3,0	A B	3,3	A B	3,3	A	3,3	A B C	
Red	0,35 ppm	3,1	A B	3,4	A B C D		3,1	A B	3,3	A B	3,4	A	2,9	A B C D	
Turning	0,45 ppm	3,0	A B	3,2	A B C D E	3,1	A B	3,6	A	3,2	A	3,7	A		
Pink	0,45 ppm	3,4	A	3,4	A B C D		3,0	A B	3,3	A B	3,1	A B	3,2	A B C	
Light Red	0,45 ppm	2,6	B	2,8		C D E	3,6	A B	3,0	A B	3,4	A	3,1	A B C	
Red	0,45 ppm	2,9	A B	3,0	B C D E	3,3	A B	3,1	A B	3,4	A	3,2	A B C		

Elaborado por: Mañay, N. (2021)

Figura 16. Interacción A (Índices de cosecha por color) x C (Dosis de ozono) en la variable Sólidos Totales



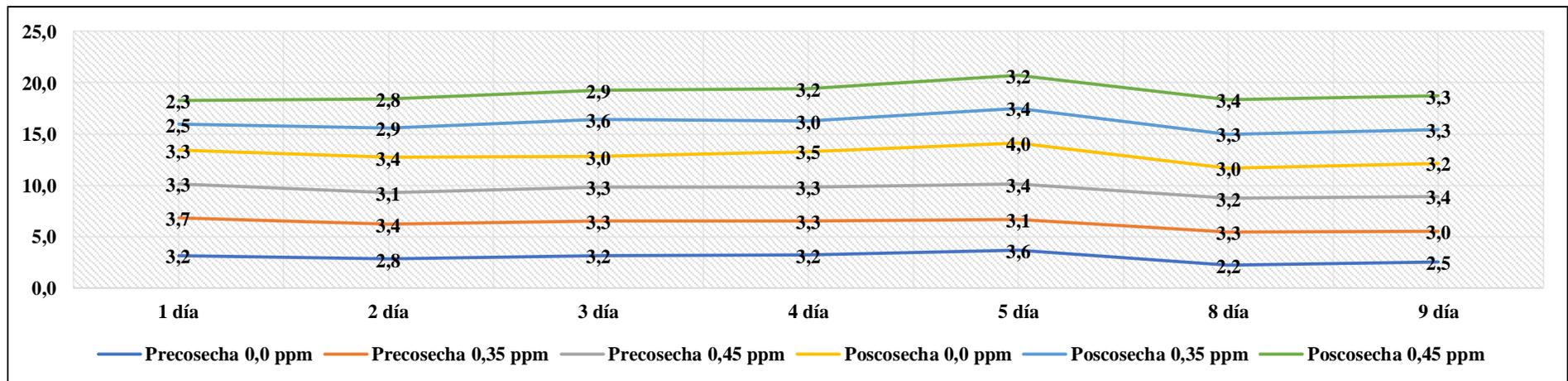
Elaborado por: Mañay, N. (2021)

**Tabla 30. Prueba de Tukey para B (Etapa de aplicación) x C (Dosis de ozono) en la variable Sólidos Totales**

FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	1 día		2 día		3 día		4 día		5 día		8 día		9 día	
		Medi as	Rango s	Medi as	Rango s	Medi as	Rango s	Medi as	Rangos	Medi as	Rangos	Medi as	Rango s	Medi as	Rango s
Precosecha	0,0 ppm	3,2	A B	2,8	B	3,2	A B	3,18	B	3,6	A B	2,2	B	2,5	B
Precosecha	0,35 ppm	3,7	A	3,4	A	3,3	A B	3,34	A B	3,1	C	3,3	A	3,0	A
Precosecha	0,45 ppm	3,3	A B	3,1	A B	3,3	A B	3,33	A B	3,4	B C	3,2	A	3,4	A
Poscosecha	0,0 ppm	3,3	A B	3,4	A	3,0	B	3,45	A	4,0	A	3,0	A	3,2	A
Poscosecha	0,35 ppm	2,5	B	2,9	B	3,6	A	2,97	C	3,4	B C	3,3	A	3,3	A
Poscosecha	0,45 ppm	2,3	B	2,8	B	2,9	B	3,16	B	3,2	B C	3,4	A	3,3	A

Elaborado por: Mañay, N. (2021)

**Figura 17. Interacción B (Etapa de aplicación) x C (Dosis de ozono) en la variable Sólidos Totales**



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

La tabla 30 presentó los rangos de significación obtenidos donde el primer día después de la cosecha donde hubo tres rangos de significación, el primer rango con un promedio de 3,7°Brix fue para la dosis de 0,35 ppm aplicado en Precosecha. Para el segundo día después de la cosecha, el primer rango fue para la dosis 0,35 ppm aplicado en Precosecha y la dosis 0,0 ppm aplicado en Poscosecha con un promedio de 3,4°Brix. El tercer día después de la cosecha tuvo tres rangos de significación donde el primer rango fue ocupado por el promedio de 3,6 °Brix perteneciente a la dosis 0,35 ppm aplicado en Poscosecha. El cuarto día después de la cosecha y el quinto día después de la cosecha hubo cuatro rangos de significación donde el promedio de 3,5 °Brix se ubicó en el primer rango de significación siendo la dosis de 0 ppm aplicado en Poscosecha. El octavo día después de la cosecha tuvo tres rangos de significación donde la dosis 0,45 ppm aplicado en Poscosecha se ubicó en el primer rango de significación con un promedio de 3,4°Brix. Finalmente, para el noveno día después de la cosecha, el primer rango fue para el promedio 3,4 °Brix perteneciente a la dosis 0,45 ppm en Precosecha.

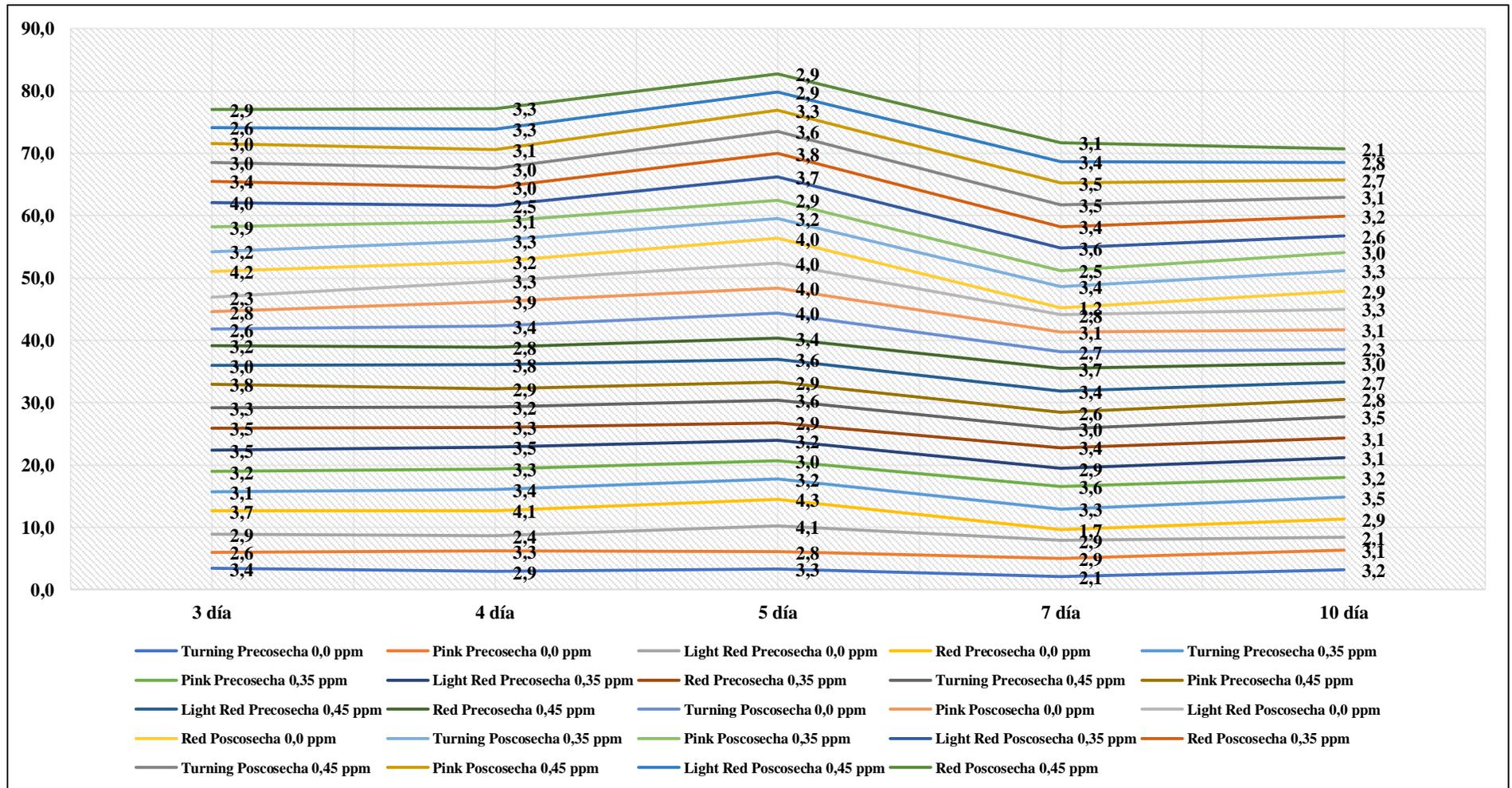
Casierra y Aguilar (2008), indican que la máxima variación para los sólidos solubles totales, determinados cuando los frutos cosechados en el estado 1(verde 100% y rojo 0%) alcanzaron el estado 5 (verde 0% y rojo 100%), comparados con aquéllos que se habían cosechado directamente en el estado 5 (verde 0% y rojo 100%), se presentó en la variedad Marimba, con un valor promedio de 36,6% de variación en los grados Brix, seguido del híbrido Sofía con 12,7% y del híbrido Bravona con 11,8%. (Casierra & Aguilar, 2008)

Por su parte, Tilahun et al. (2017) manifiesta que los niveles más bajos en sólidos solubles totales se presentaron en frutos de tomate cosechados en estados tempranos de desarrollo, en comparación con los frutos que se habían tornado rojos. Además, el hecho de cosechar los frutos en estados muy tempranos del desarrollo del fruto implica que éstos no alcanzan a acumular un alto contenido de sólidos solubles.

Tabla 31. Prueba de Tukey para A x B x C en la variable Sólidos Totales

FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	3 día				4 día				5 día				7 día				10 día					
			Medi as	Rangos			Medi as	Rangos			Medi as	Rangos			Medi as	Rangos			Medi as	Rangos				
Turning	Precosecha	0,0 ppm	3,4	A	B	C	D	2,9	A	B	C	3,3	A	B	C	2,1		C	D	E	3,2	A	B	
Pink	Precosecha	0,0 ppm	2,6			C	D	3,3	A	B	C	2,8			C	2,9	A	B	C			3,1	A	B
Light Red	Precosecha	0,0 ppm	2,9		B	C	D	2,4			C	4,1	A	B		2,9	A	B	C			2,1		B
Red	Precosecha	0,0 ppm	3,7	A	B	C		4,1	A			4,3	A			1,7				D	E	2,9	A	B
Turning	Precosecha	0,35 ppm	3,1	A	B	C	D	3,4	A	B	C	3,2	A	B	C	3,3	A	B				3,5	A	
Pink	Precosecha	0,35 ppm	3,2	A	B	C	D	3,3	A	B	C	3,0	A	B	C	3,6	A	B				3,2	A	B
Light Red	Precosecha	0,35 ppm	3,5	A	B	C	D	3,5	A	B	C	3,2	A	B	C	2,9	A	B	C			3,1	A	B
Red	Precosecha	0,35 ppm	3,5	A	B	C	D	3,3	A	B	C	2,9		B	C	3,4	A	B				3,1	A	B
Turning	Precosecha	0,45 ppm	3,3	A	B	C	D	3,2	A	B	C	3,6	A	B	C	3,0	A	B	C			3,5	A	
Pink	Precosecha	0,45 ppm	3,8	A	B	C		2,9	A	B	C	2,9		B	C	2,6	A	B	C	D		2,8	A	B
Light Red	Precosecha	0,45 ppm	3,0	A	B	C	D	3,8	A	B		3,6	A	B	C	3,4	A	B				2,7	A	B
Red	Precosecha	0,45 ppm	3,2	A	B	C	D	2,8		B	C	3,4	A	B	C	3,7	A					3,0	A	B
Turning	Poscosecha	0,0 ppm	2,6			C	D	3,4	A	B	C	4,0	A	B	C	2,7	A	B	C	D		2,3	A	B
Pink	Poscosecha	0,0 ppm	2,8		B	C	D	3,9	A	B		4,0	A	B	C	3,1	A	B	C			3,1	A	B
Light Red	Poscosecha	0,0 ppm	2,3				D	3,3	A	B	C	4,0	A	B	C	2,8	A	B	C	D		3,3	A	B
Red	Poscosecha	0,0 ppm	4,2	A				3,2	A	B	C	4,0	A	B	C	1,2					E	2,9	A	B
Turning	Poscosecha	0,35 ppm	3,2	A	B	C	D	3,3	A	B	C	3,2	A	B	C	3,4	A	B				3,3	A	B
Pink	Poscosecha	0,35 ppm	3,9	A	B			3,1	A	B	C	2,9		B	C	2,5		B	C	D		3,0	A	B
Light Red	Poscosecha	0,35 ppm	4,0	A	B			2,5			C	3,7	A	B	C	3,6	A	B				2,6	A	B
Red	Poscosecha	0,35 ppm	3,4	A	B	C	D	3,0	A	B	C	3,8	A	B	C	3,4	A	B				3,2	A	B
Turning	Poscosecha	0,45 ppm	3,0	A	B	C	D	3,0	A	B	C	3,6	A	B	C	3,5	A	B				3,1	A	B
Pink	Poscosecha	0,45 ppm	3,0	A	B	C	D	3,1	A	B	C	3,3	A	B	C	3,5	A	B				2,7	A	B
Light Red	Poscosecha	0,45 ppm	2,6			C	D	3,3	A	B	C	2,9		B	C	3,4	A	B				2,8	A	B
Red	Poscosecha	0,45 ppm	2,9		B	C	D	3,3	A	B	C	2,9		B	C	3,1	A	B	C			2,1		B

Figura 18. Interacción A x B x C en la variable Sólidos Totales



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

La tabla 31 presentó los rangos de significación obtenidos luego de aplicar la Prueba de Tukey al 5% para la interacción de los tres factores en estudio en cinco fechas de tomas de datos que fueron significantes en el análisis de varianza de la variable sólidos totales.

Para el tercer día después de la cosecha hubo siete rangos de significación, en el primer rango con un promedio de 4,2°Brix fue para color Red con dosis de 0,0 ppm de ozono aplicado en poscosecha. El cuarto día después de la cosecha tuvo siete rangos de significación, el primer rango con un promedio de 4,1°Brix fue para color Red con dosis de 0,0 ppm de ozono aplicado en precosecha. Para el quinto día después de la cosecha se evidenció cinco rangos de significación donde el primer rango fue únicamente para el color Red con dosis de 0,0 ppm de ozono aplicado en Precosecha con un promedio de 4,3°Brix. El séptimo día después de la cosecha obtuvo ocho rangos de significación, el primero fue para el color Red con dosis 0,45 ppm de ozono aplicado en Precosecha con un promedio de 3,7°Brix. Finalmente, el décimo día después de la cosecha hubo tres rangos de significación, donde el primer rango lo compartieron el color Turning con dosis de 0,35 y 0,45 ppm de ozono aplicados en Precosecha con un valor promedio de 3,5°Brix.

Beckles (2012) indica que los sólidos solubles totales en los tomates grandes para varía del 3 al 5%, en la fruta de tamaño mediano del 5 al 7% y en la fruta del tomate Cherry del 9 al 15%, podemos indicar que la variedad Pietro utilizada en la investigación se ubica entre los tomates de tamaño grande, donde para el décimo y último día de toma de datos, se encuentran rangos a partir de 2,1 a 3,5 °Brix estando acorde con lo reportado por el autor mencionado anteriormente.

Aguayo, et al. (2006) reporta en su investigación que la rodajas de tomate luego de 12 días de almacenamiento hubo una reducción del contenido de sólidos solubles de 4,5 a 4,2 %, siendo estas rodajas de tomate quienes presentaron un mayor contenido de fructosa y especialmente glucosa, mientras que en tomates enteros no hubo ninguna influencia del tiempo de almacenamiento ni el tratamiento con ozono en la cantidad de sólidos solubles con un rango del 4,1% al 4,3%.

### **11.3.Variable Firmeza**

Al realizar el Análisis de varianza de la variable Firmeza, se obtuvieron resultados significativos durante los diez días de toma de datos, se puede visualizar cada uno de los resultados en la tabla 32. En el primer día de toma de datos las fuentes de variación Tratamiento, Factor C (Dosis de

ozono) y la interacción A x B y B x C y A x B x C presentaron significación estadística, el coeficiente de variación fue de 16,17%. Para el segundo día de toma de datos, los resultados con significación estadística fueron para las fuentes de variación Tratamientos, Factor C (Dosis de ozono), la interacción A x B, A x C, B x C y A x B x C el coeficiente de variación fue de 16,95%.

En el tercer día la significación estadística fue para las fuentes de variación Tratamientos, Factor A (Índices de cosecha por color), Factor B (Etapa de aplicación), Factor C (Dosis de ozono) y las interacciones A x C, B x C y A x B x C, el resto de fuentes de variación no fueron significantes estadísticamente, el coeficiente de variación fue de 16,95%. Los resultados del cuarto día de toma de datos, proporcionaron significación estadística solamente para el Factor A (Índices de cosecha por color), el coeficiente de variación fue de 21,36%. El quinto día, se observó que hubo significación estadística para las fuentes de variación Tratamientos, Factor A (Índices de cosecha por color), las interacciones A x C y A x B x C, el coeficiente de variación fue de 15,9%.

Para el sexto día de toma de datos se observó que las fuentes de variación Tratamientos, Factor A (Índices de cosecha por color), Factor B (Etapa de aplicación) y las interacciones A x C y A x B x C fueron estadísticamente significantes, el coeficiente de variación fue de 15,8%. El séptimo día de toma de datos se observó que hubo significación estadística para las fuentes de variación Tratamientos, las interacciones A x B y B x C, el coeficiente de variación fue de 17,42%. Para el octavo día se observó que las fuentes de variación Tratamientos, Factor B (Etapa de aplicación) y las interacciones A x C y B x C fueron estadísticamente significativas, el coeficiente de variación para el octavo día fue de 20,61%. En el noveno día la significación estadística fue para las fuentes de variación Tratamientos, Factor A (Índices de cosecha por color) y Factor B (Etapa de aplicación), y las interacciones A x C y A x B x C el coeficiente de variación fue de 19,67%.

Finalmente, el décimo día se presentó resultados significativos estadísticamente para las fuentes de variación Tratamientos, Factor B (Etapa de aplicación), Factor C (Dosis de ozono), las interacciones A x B, B x C y A x B x C; el coeficiente de variación fue de 17,97%.

Tabla 32. ADEVA para la variable Firmeza

F.V.	gl	1 día	2 día	3 día	4 día	5 día	6 día	7 día	8 día	9 día	10 día
		p-valor	p-valor	p-valor	P-valor	P-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
TRATAMIENTO	23	<0,0001 *	<0,0001 *	<0,0001 *	0,1058 n s	0,0007 *	<0,0001 *	0,0085 *	0,0062 *	0,0086 *	<0,0001 *
REPETICION	2	0,2754 n s	0,8544 n s	0,1408 n s	0,6596 n s	0,7515 n s	0,6766 n s	0,4398 n s	0,9603 n s	0,313 n s	0,981 n s
FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	3	0,4775734 n s	0,316 n s	0,001 *	0,048 *	0,014 *	6,84E-03 *	0,240 n s	0,079 n s	0,061 *	0,664 n s
FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	1	8,20E-01 n s	0,431 n s	0,031 *	0,455 n s	0,065 n s	5,58E-11 *	3,61E-01 n s	0,004 *	2,13E-02 *	2,00E-08 *
FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	2	4,98E-04 *	1,81E-04 *	0,000 *	0,115 n s	0,161 n s	7,83E-02 n s	8,86E-02 n s	4,55E-01 n s	7,73E-01 n s	3,74E-03 *
ÍNDICES*ETAPA	3	4,56E-04 *	3,43E-05 *	0,154 n s	0,432 n s	0,264 n s	9,45E-02 n s	0,004 *	9,71E-01 n s	0,722 n s	0,010 *
ÍNDICES*DOSIS	6	3,30E-03 *	0,036 *	0,026 *	0,106 n s	0,005 *	4,15E-05 *	2,54E-01 n s	0,007 *	0,011 *	0,208 n s
ETAPA*DOSIS	2	2,78E-01 n s	2,26E-04 *	3,92E-04 *	0,282 n s	0,100 n s	7,80E-01 n s	0,019 *	0,012 *	3,14E-01 n s	0,017 *
ÍNDICES*ETAPA*DOSIS	6	0,001 *	0,101 n s	0,003 *	0,458 n s	0,006 *	1,83E-03 *	1,41E-01 n s	0,323 n s	0,036 *	0,007 *
Error	46										
Total	71										
	CV (%)	16,17	16,95	16,95	21,36	15,9	15,8	17,42	20,61	19,67	17,97

Elaborado por: Mañay, N. (2021)

La tabla 33 indicó la prueba de Tukey aplicada a la fuente de variación Tratamientos en cada una de las fechas de datos donde se obtuvo significación estadística.

En la fecha del primer día después de la cosecha se presentó seis rangos de significancia donde el tratamiento T8 obtiene el mejor promedio con un valor de 3,5 se ubicó el primer rango de significación; mientras que el último rango fue para el tratamiento T24, con un valor de 1,7. Para el segundo día después de la cosecha se reportaron seis rangos de significancia, donde el primer rango fue para los tratamientos T7 y T14 con un promedio de 3,5 mientras que el último rango fue para el tratamiento T2, con un valor de 1,5. Para el tercer día después de la cosecha hubo cinco rangos de significación, siendo los tratamientos T8, T11 y T10 quienes alcanzaron el mejor promedio con un valor de 3,2 ubicándose en el primer rango de significancia. El último rango lo ocuparon los tratamientos T1, T13 y T 4 con un promedio de 1,5.

Para el quinto día después de la cosecha se observó tres rangos de significancia, el primer rango fue para el tratamiento T13 y el tratamiento T16 con un promedio de 3,5 mientras que el último rango lo compartieron los tratamientos T14, T2 y T4, con un valor de firmeza de 2. El sexto día después de la cosecha presentó ocho rangos de significación estadística, el primer rango fue para el tratamiento T4 con un promedio de 3,5; mientras que el último rango fue para el tratamiento T13, con un valor de 1,0. El séptimo día después de la cosecha presentó tres rangos de significación estadística, donde el primer rango lo ocupan los tratamientos T14 con valor promedio de 3,5; T7 con 3,3 y T5 con 3,17; mientras que el último rango fue para el tratamiento T24, con un valor de 1,7.

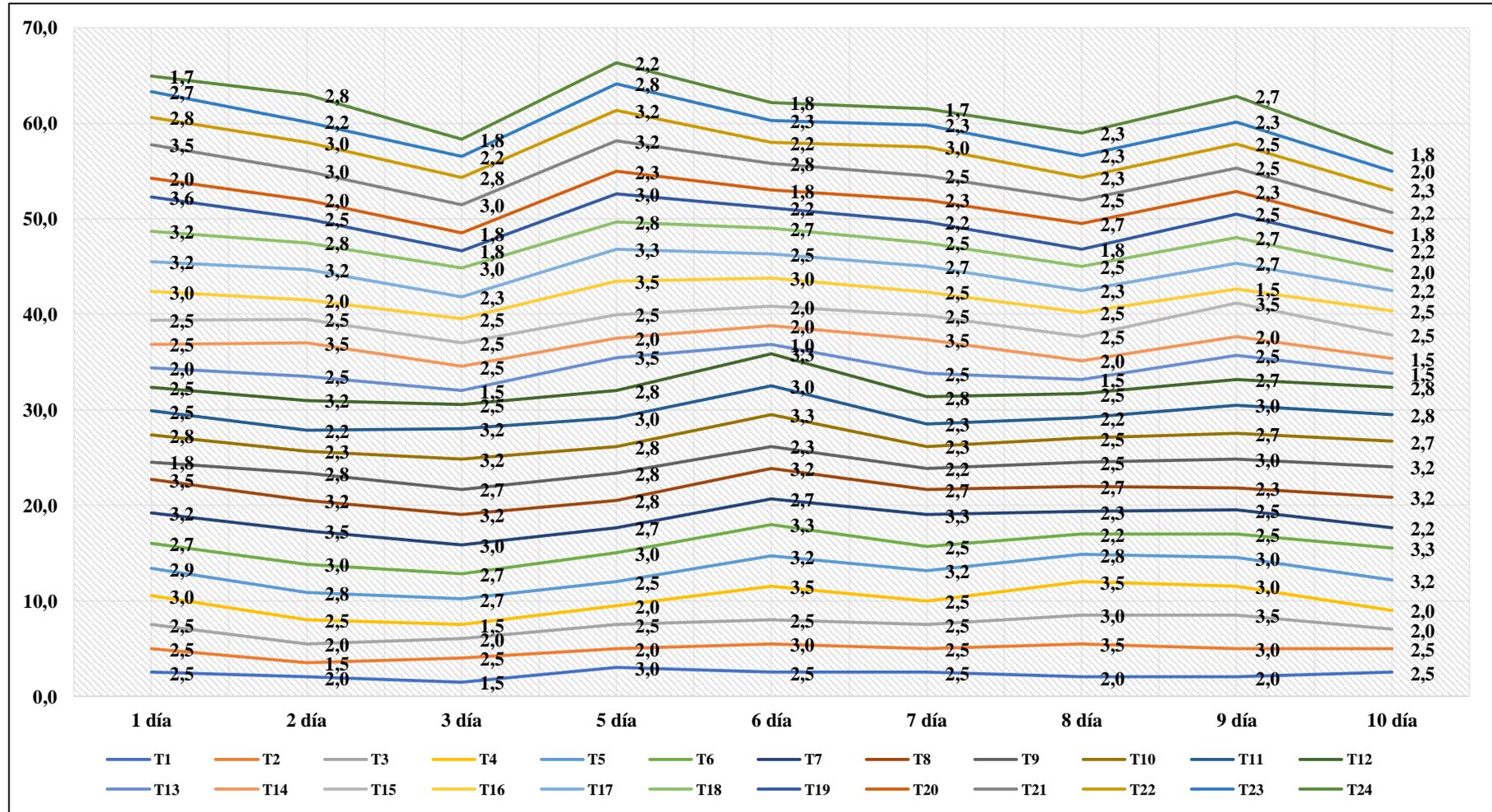
El día octavo día después de la cosecha presentó tres rangos de significación donde el primer rango esta compartido por los tratamientos T4 y T2 con 3,5, y los tratamientos T19 y T13 con un promedio de 1,8 y 1,5 respectivamente se ubicaron en el último rango. El día noveno día después de la cosecha presentó tres rangos de significación donde el primer rango está ocupado por los tratamientos T15 y T3 con un promedio de 3,5; el último rango fue para el tratamiento T16 con un promedio de 1,5. Finalmente, para el día décimo día después de la cosecha, hubo cinco rangos de significación, el tratamiento T6 ocupa el primer rango con un valor promedio de 3,3; mientras que el último rango está ocupado por T13 y T14 con un promedio de 1,5 respectivamente.

Se puede evidenciar en la figura 18 cada uno de los tratamientos y valores obtenidos en cada día de toma de datos.

**Tabla 33. Prueba de Tukey para Tratamientos en la variable Firmeza**

TRATAMIE NTO	1 día			2 día			3 día			5 día			6 día				7 día		8 día		9 día		10 día												
	Medi as	Rangos			Medi as	Rangos			Medi as	Rangos			Medi as	Rangos			Medi as	Rang os	Medi as	Rang os	Medi as	Rang os	Medi as	Rangos											
T1	2,5	A	B	C	2,0		B	C	1,5			C	3,0	A	B	2,5	A	B	C	D	2,5	A	B	2,0	A	B	2,0	A	B	2,5	A	B	C		
T2	2,5	A	B	C	1,5			C	2,5	A	B	C	2,0		B	3,0	A	B	C	D	2,5	A	B	3,5	A		3,0	A	B	2,5	A	B	C		
T3	2,5	A	B	C	2,0		B	C	2,0	A	B	C	2,5	A	B	2,5	A	B	C	D	2,5	A	B	3,0	A	B	3,5	A		2,0	A	B	C		
T4	3,0	A	B	C	2,5	A	B	C	1,5			C	2,0		B	3,5	A				2,5	A	B	3,5	A		3,0	A	B	2,0	A	B	C		
T5	2,9	A	B	C	2,8	A	B	C	2,7	A	B	C	2,5	A	B	3,2	A	B	C		3,2	A		2,8	A	B	3,0	A	B	3,2	A	B			
T6	2,7	A	B	C	3,0	A	B		2,7	A	B	C	3,0	A	B	3,3	A	B			2,5	A	B	2,2	A	B	2,5	A	B	3,3	A				
T7	3,2	A	B		3,5	A			3,0	A	B		2,7	A	B	2,7	A	B	C	D	3,3	A		2,3	A	B	2,5	A	B	2,2	A	B	C		
T8	3,5	A			3,2	A	B		3,2	A			2,8	A	B	3,2	A	B	C		2,7	A	B	2,7	A	B	2,3	A	B	3,2	A	B			
T9	1,8		B	C	2,8	A	B	C	2,7	A	B	C	2,8	A	B	2,3	A	B	C	D	2,2	A	B	2,5	A	B	3,0	A	B	3,2	A	B			
T10	2,8	A	B	C	2,3	A	B	C	3,2	A			2,8	A	B	3,3	A	B			2,3	A	B	2,5	A	B	2,7	A	B	2,7	A	B	C		
T11	2,5	A	B	C	2,2	A	B	C	3,2	A			3,0	A	B	3,0	A	B	C	D	2,3	A	B	2,2	A	B	3,0	A	B	2,8	A	B	C		
T12	2,5	A	B	C	3,2	A	B		2,5	A	B	C	2,8	A	B	3,3	A	B			2,8	A	B	2,5	A	B	2,7	A	B	2,8	A	B	C		
T13	2,0		B	C	2,5	A	B	C	1,5			C	3,5	A		1,0				E	2,5	A	B	1,5		B	2,5	A	B	1,5			C		
T14	2,5	A	B	C	3,5	A			2,5	A	B	C	2,0		B	2,0			C	D	E	3,5	A		2,0	A	B	2,0	A	B	1,5			C	
T15	2,5	A	B	C	2,5	A	B	C	2,5	A	B	C	2,5	A	B	2,0			C	D	E	2,5	A	B	2,5	A	B	3,5	A		2,5	A	B	C	
T16	3,0	A	B	C	2,0		B	C	2,5	A	B	C	3,5	A		3,0	A	B	C	D		2,5	A	B	2,5	A	B	1,5		B	2,5	A	B	C	
T17	3,2	A	B		3,2	A	B		2,3	A	B	C	3,3	A	B	2,5	A	B	C	D		2,7	A	B	2,3	A	B	2,7	A	B	2,2	A	B	C	
T18	3,2	A	B		2,8	A	B	C	3,0	A	B		2,8	A	B	2,7	A	B	C	D		2,5	A	B	2,5	A	B	2,7	A	B	2,0	A	B	C	
T19	3,6	A			2,5	A	B	C	1,8		B	C	3,0	A	B	2,2		B	C	D	E	2,2	A	B	1,8		B	2,5	A	B	2,2	A	B	C	
T20	2,0		B	C	2,0		B	C	1,8		B	C	2,3	A	B	1,8				D	E	2,3	A	B	2,7	A	B	2,3	A	B	1,8			B	C
T21	3,5	A			3,0	A	B		3,0	A	B		3,2	A	B	2,8	A	B	C	D		2,5	A	B	2,5	A	B	2,5	A	B	2,2	A	B	C	
T22	2,8	A	B	C	3,0	A	B		2,8	A	B		3,2	A	B	2,2		B	C	D	E	3,0	A	B	2,3	A	B	2,5	A	B	2,3	A	B	C	
T23	2,7	A	B	C	2,2	A	B	C	2,2	A	B	C	2,8	A	B	2,3	A	B	C	D		2,3	A	B	2,3	A	B	2,3	A	B	2,0	A	B	C	
T24	1,7			C	2,8	A	B	C	1,8		B	C	2,2	A	B	1,8				D	E	1,7		B	2,3	A	B	2,7	A	B	1,8			B	C

Figura 19. Promedios para Tratamientos en la variable Firmeza



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

La firmeza es un parámetro de calidad en el tomate muy importante, Rodoni (2008) en su investigación indica que los frutos de tomate tratados con ozono redujeron la firmeza en el almacenamiento, a los 6 y 9 días luego de ser tratados los frutos se mantuvieron más firmes que los frutos de control, la pérdida de firmeza en los seis primeros días fue de 2,3 N en los frutos testigo mientras que el valor promedio de los frutos tratados con ozono fue de 1,4 N.

**Tabla 34. Prueba de Tukey para Factor A (Índices de cosecha por color) en la variable Firmeza**

FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	3 día		4 día		5 día		6 día		9 día	
	Medias	Rangos								
Turning	2,28	B	2,86 A		3,06 A		2,4	B	2,6 A	B
Pink	2,78 A		2,56 A	B	2,64	B	2,8 A		2,6 A	B
Light Red	2,44 A	B	2,33	B	2,75 A	B	2,4 A	B	2,9 A	
Red	2,22	B	2,61 A	B	2,61	B	2,8 A		2,4	B

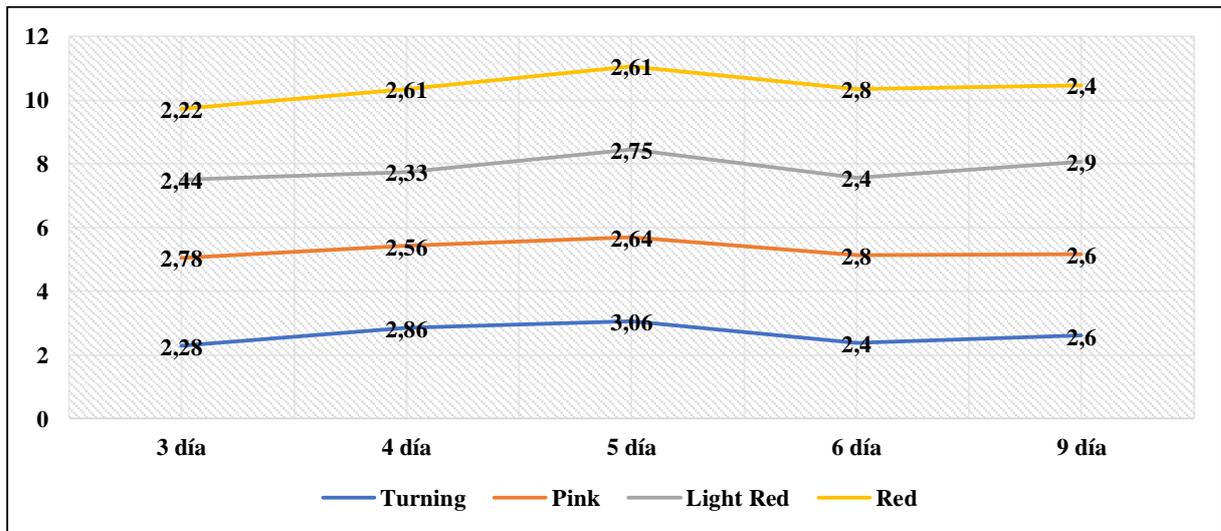
**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

La tabla 34 indicó los rangos de significación obtenidos por los promedios del Factor A (Índices de cosecha por color) (color) se aplicó la Prueba de Tukey al 5%, donde solamente en dos fechas presentó significancia estadística para la variable Firmeza. El tercer día después de la cosecha presentó tres rangos de significación, el color Pink tuvo el promedio más alto con 2,78 ubicándose en el primer rango de significación. Para el cuarto día después de la cosecha hubo tres rangos de significación, donde el primer rango lo ocupó el color Turning con un valor promedio de 2,86.

El día quinto después de la cosecha se observó tres rangos de significación, el primer rango fue para el color Turning con un promedio de 3,06. El sexto día después de la cosecha presentó tres rangos de significación donde el color Pink y el color Red tiene el promedio más alto con 2,8 ubicándose en el primer rango de significación. Para el noveno día después de la cosecha el primer rango obtuvo un promedio de 2,9 y fue para el color Light Red.

Monge y Loría (2021) reporta que en su investigación en la variable firmeza obtuvo un promedio de 33,4; teniendo un valor mínimo de 4,60 y un valor máximo de 64,6; además, indica que los frutos de mayor tamaño presentan mayor cantidad de lóculos y tabiques entre ellos generando una mayor firmeza del fruto.

**Figura 20. Factor A (Índices de cosecha por color) en la variable Firmeza**



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

**Tabla 35. Prueba de Tukey para Factor B (Etapa de aplicación) en la variable Firmeza**

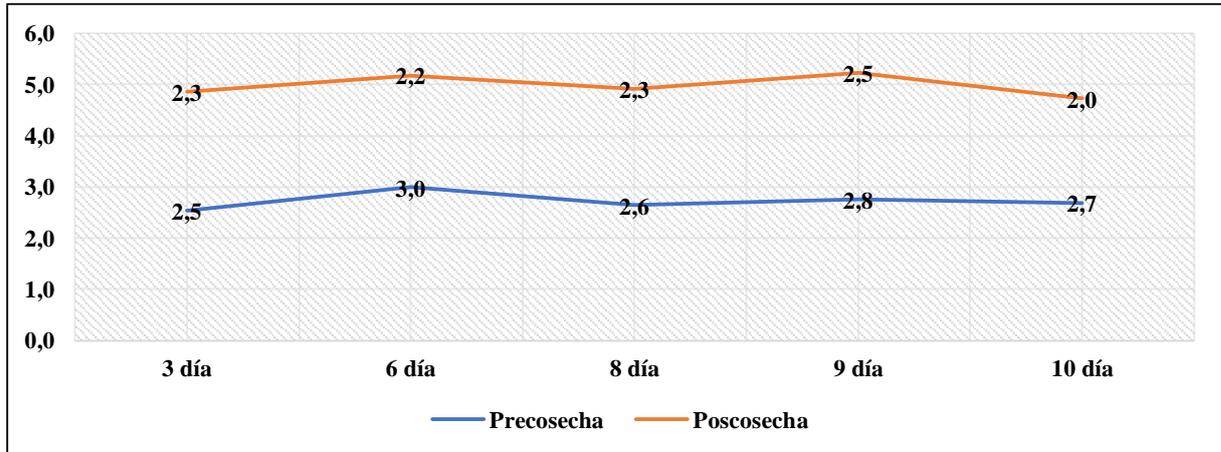
FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	3 día		6 día		8 día		9 día		10 día	
	Media s	Rango s								
Precosecha	2,5	A	3,0	A	2,6	A	2,8	A	2,7	A
Poscosecha	2,3	B	2,2	B	2,3	B	2,5	B	2,0	B

Elaborado por: Mañay, N. (2021)

Para el Factor B (Etapa de aplicación) en la variable Firmeza se evidenció en la tabla 35 que para la etapa de aplicación en Precosecha se ubicaron en las cinco fechas de toma de datos los primeros rangos, para el tercer día después de la cosecha con un promedio de 2,5; el sexto día después de la cosecha con 3,0; para el octavo día después de la cosecha con 2,6 de promedio, el noveno día después de la cosecha con 2,8 de promedio, y finalmente, el décimo día después de la cosecha con un promedio de 2,7.

La firmeza es un parámetro de calidad muy importante en el tomate al igual que en otros frutos, siendo el ablandamiento el problema más importante en el almacenamiento en poscosecha (Rodoni, 2008). El autor también manifiesta que no observó diferencias, pero si redujeron la firmeza en el almacenamiento, luego de 9 días de almacenamiento los frutos tratados con ozono tuvieron un promedio de 1,4 N por día, mientras que los valores obtenidos en la investigación hubo un aumento de 2,0 en precosecha, mientras que en poscosecha si hubo una reducción de 0,3.

**Figura 21. Factor B (Etapa de aplicación) en la variable Firmeza**



**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

En la tabla 36 se presentó cuatro fechas de tomas de datos donde se aplicó la Prueba de Tukey al 5%. Los resultados indicaron que el primer día después de la cosecha la dosis 0,35 ppm de ozono alcanzó un promedio de 3,01 ubicándose en el primer rango.

Para el segundo día después de la cosecha con un promedio de 2,88 para la dosis 0,35 ppm de ozono y 2,69 para la dosis de 0,45 ppm de ozono se ubicaron en el primer rango.

El tercer día después de la cosecha con un promedio de 2,6 para la dosis 0,35 ppm y 2,7 para la dosis 0,45 ppm se ubicaron en el primer rango.

Finalmente, para el décimo día después de la cosecha se observó que para la dosis 0,35 ppm se obtuvo un promedio de 2,5; y para la dosis 0,45 ppm de ozono obtuvo un promedio de 2,48.

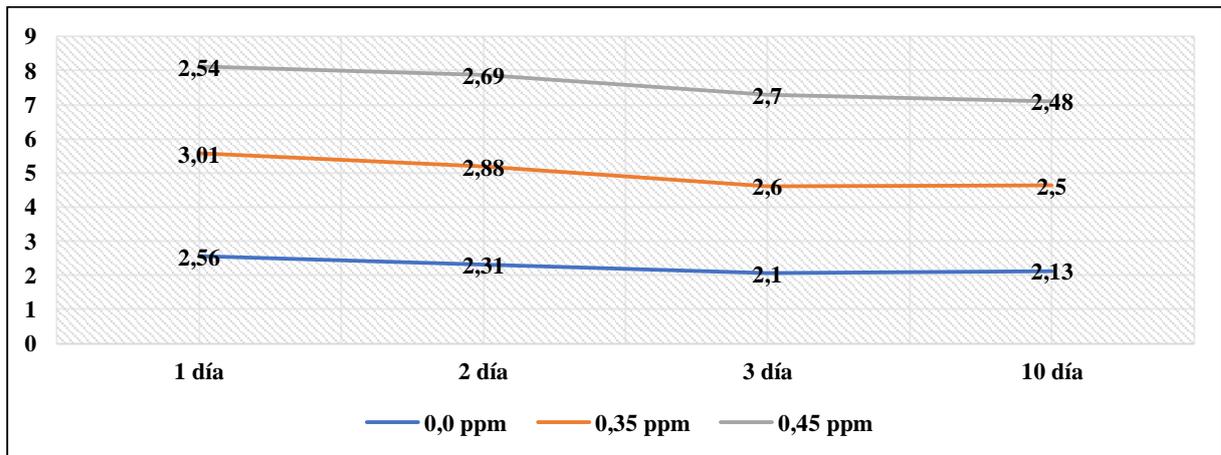
Existe una estrecha relación entre la pérdida de peso de los frutos y la firmeza, y está asociado normalmente a la pérdida de agua de las células del fruto del tomate mediante el proceso de transpiración, conduciendo a la marchitez y arrugamiento de la piel del fruto (Alarcón, 2013).

**Tabla 36. Prueba de Tukey para Factor C (Dosis de ozono) en la variable Firmeza**

FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	1 día		2 día		3 día		10 día	
	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos
0,0 ppm	2,56	B	2,31	B	2,1	B	2,13	B
0,35 ppm	3,01	A	2,88	A	2,6	A	2,5	A
0,45 ppm	2,54	B	2,69	A	2,7	A	2,48	A

**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

**Figura 22. Factor C (Dosis de ozono) en la variable Firmeza**



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

**Tabla 37. Prueba de Tukey para A (índices de cosecha por color) x B (Etapa de aplicación) en la variable Firmeza**

FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	1 día		2 día			7 día		10 día	
		Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	Medias	Rangos	
Turning	Precosecha	2,4	A B	2,6	A B C	2,6	A B	2,9	A	
Pink	Precosecha	2,7	A B	2,3	C	2,4	A B	2,8	A B	
Light Red	Precosecha	2,7	A B	2,6	A B C	2,7	A B	2,3	A B C D	
Red	Precosecha	3,0	A	2,9	A B	2,7	A B	2,7	A B C	
Turning	Poscosecha	2,9	A	2,9	A B C	2,6	A B	1,9	D	
Pink	Poscosecha	2,8	A B	3,1	A	3,0	A	1,9	D	
Light Red	Poscosecha	2,9	A	2,4	B C	2,3	B	2,2	B C D	
Red	Poscosecha	2,2	B	2,3	C	2,2	B	2,1	C D	

Elaborado por: Mañay, N. (2021)

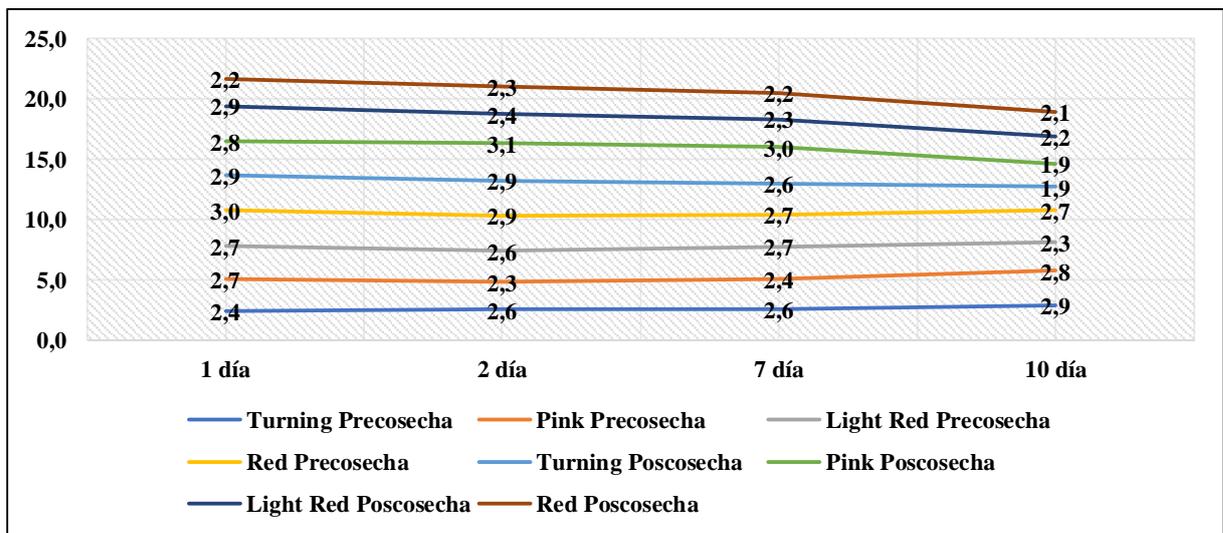
La tabla 37 informó para el día primer día después de la cosecha que hubo tres rangos de significación, donde el primer rango de significación fue para el color Red en Precosecha que alcanzó el promedio más alto con 3,0.

Para el segundo día después de la cosecha hubo tres rangos de significación donde el color Pink en Poscosecha alcanzó el primer rango de significación con un promedio de 3,1. El séptimo día después de la cosecha presentó tres rangos de significancia donde el color Pink en Poscosecha alcanzó el promedio más alto con 3,0 ubicándose en el primer rango de significación. Finalmente, el décimo día después de la cosecha hubo siete rangos de significación donde el

primer rango de significación fue para el color Turning en Precosecha que alcanzó el promedio más alto con 2,9.

El ablandamiento de los frutos está asociado a las modificaciones de la arquitectura y composición de las paredes celulares, la exposición de los tejidos vegetales al ozono causa modificaciones en la estructura de las paredes celulares y las propiedades de sus componentes (Rodoni, 2008).

**Figura 23. Interacción A (índices de cosecha por color) x B (Etapa de aplicación) en la variable Firmeza**



**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

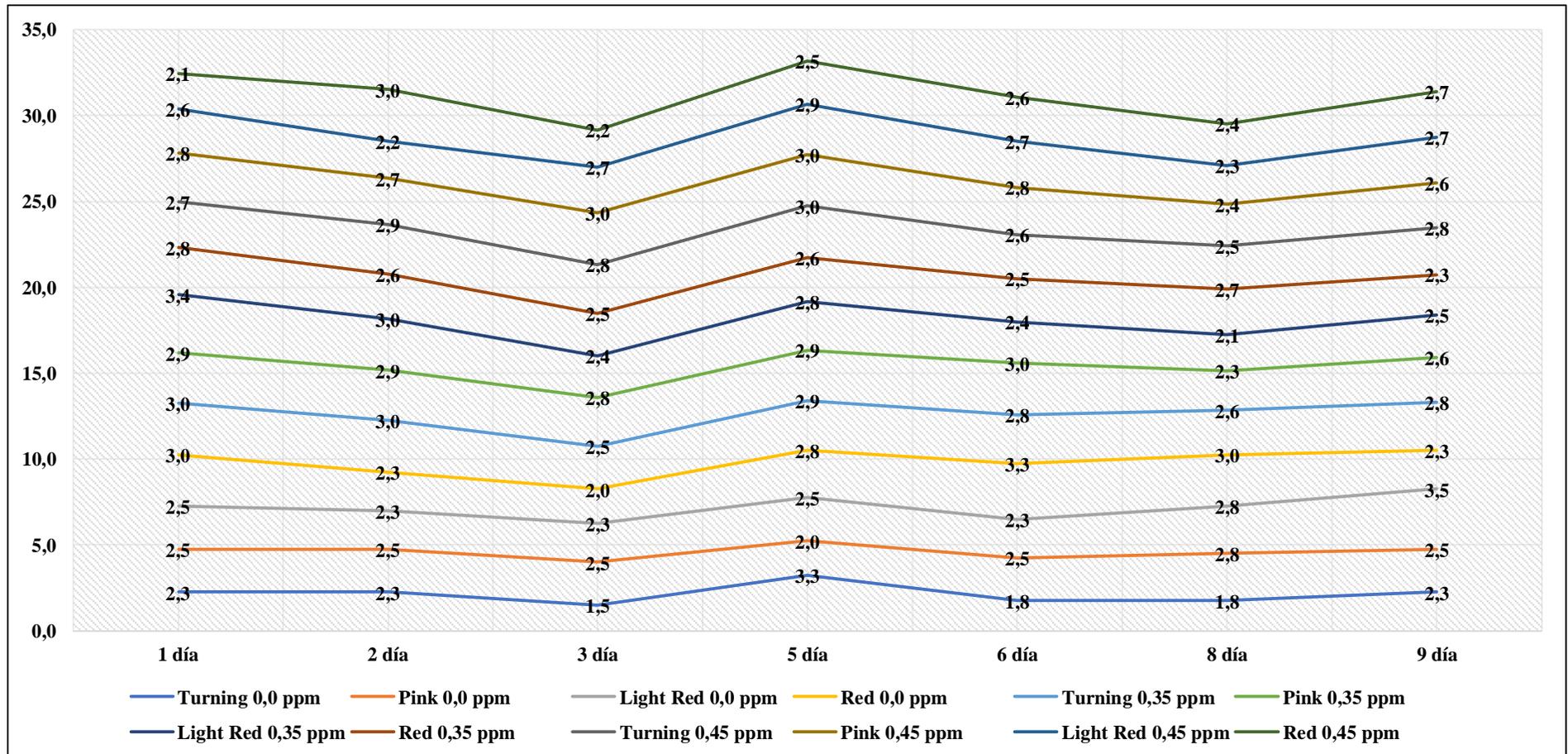
En la tabla 38 se evidenció los rangos de significación para seis fechas de toma de datos. Para el primer día después de la cosecha hubo cinco rangos de significación, donde el primer rango fue para Light Red con dosis 0,35 ppm que alcanzó un promedio de 3,4. Para el segundo día después de la cosecha se presentó tres rangos de significación donde el color Red con dosis 0,45 ppm de ozono obtuvo un promedio de 3,0 ubicándose en el primer rango de significación.

**Tabla 38. Prueba de Tukey para A (Índice de cosecha por color) x C (Dosis de ozono) en la variable Firmeza**

FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	1 día		2 día		3 día		5 día		6 día		8 día		9 día	
		Media s	Rangos												
Turning	0,0 ppm	2,3	B C	2,3	B	1,5		3,25	A	1,8		1,8	B	2,3	B
Pink	0,0 ppm	2,5	A B C	2,5	A B	2,5	A B	2	B	2,5	A B	2,8	A	2,5	A B
Light Red	0,0 ppm	2,5	A B C	2,3	B	2,3	A B	2,5	A B	2,3	B	2,8	A	3,5	A
Red	0,0 ppm	3,0	A B	2,3	B	2,0	B	2,75	A B	3,3	A	3,0	A	2,3	B
Turning	0,35 ppm	3,0	A B	3,0	A	2,5	A B	2,9	A	2,8	A B	2,6	A B	2,8	A B
Pink	0,35 ppm	2,9	A B C	2,9	A B	2,8	A B	2,9	A	3,0	A B	2,3	A B	2,6	A B
Light Red	0,35 ppm	3,4	A	3,0	A	2,4	A B	2,8	A B	2,4	B	2,1	A B	2,5	A B
Red	0,35 ppm	2,8	A B C	2,6	A B	2,5	A B	2,6	A B	2,5	A B	2,7	A B	2,3	B
Turning	0,45 ppm	2,7	A B C	2,9	A B	2,8	A B	3,0	A	2,6	A B	2,5	A B	2,8	A B
Pink	0,45 ppm	2,8	A B C	2,7	A B	3,0	A	3,0	A	2,8	A B	2,4	A B	2,6	A B
Light Red	0,45 ppm	2,6	A B C	2,2	B	2,7	A B	2,9	A	2,7	A B	2,3	A B	2,7	A B
Red	0,45 ppm	2,1	C	3,0	A	2,2	A B	2,5	A B	2,6	A B	2,4	A B	2,7	A B

**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

Figura 24. Interacción A (Índice de cosecha por color) x C (Dosis de ozono) en la variable Firmeza



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

Para el tercer día después de la cosecha el color Pink con dosis 0,45 ppm de ozono obtuvo un promedio de 3,0 ubicándose en el primer rango de significación. El quinto día después de la cosecha el color Turning con una dosis de 0,0 ppm se ubicó en el primer rango con un promedio de 3,3.

El sexto día después de la cosecha tuvo tres rangos de significación donde el primer rango fue para Red con 0,0 ppm; con un promedio de 3,3. Para el octavo día después de la cosecha hubo tres rangos de significación donde el primer rango fue para Red con dosis de 0 ppm con un promedio de 3,0. Finalmente, el color Light Red con dosis de 0,0 ppm alcanzó un promedio de 3,5.

La tabla 39 presentó los rangos de significación obtenidos donde el segundo día después de la cosecha y hubo tres rangos de significación, el primer rango con un promedio de 3,1 fue para la dosis de 0,35 ppm aplicado en Precosecha.

El tercer día después de la cosecha tuvo cuatro rangos de significación donde el primer rango está ocupado por el promedio de 2,9 perteneciente a la dosis 0,35 ppm y 0,45 ppm aplicado en Precosecha.

El séptimo día después de la cosecha presentó tres rangos de significación donde el promedio 2,9 se ubicó en el primer rango de significación siendo la dosis de 0,35 ppm aplicado en Precosecha.

El octavo día después de la cosecha hubo tres rangos de significación donde la dosis 0,0 ppm aplicado en Precosecha se ubicó en el primer rango de significación con un promedio de 3,0.

Finalmente, para el décimo día después de la cosecha, el primer rango fue para el promedio 3,0 perteneciente a la dosis 0,35 ppm en Precosecha y la dosis 0,45 ppm aplicada en Precosecha con un promedio de 2,9.

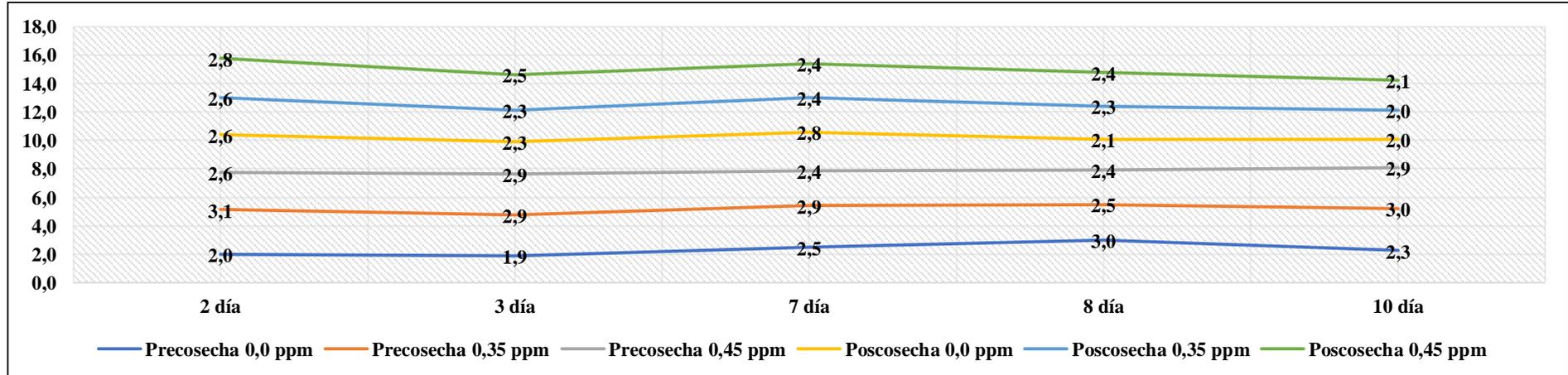
Marín et al. (2002) manifiesta que el fruto pierde firmeza debido a cambios físicos y químicos asociados con la degradación de la pared celular y la solubilización de las pectinas por las enzimas pectinesterasa (PE), poligalacturonasa (PG) y pectatoliasa (PL). El pericarpio maduro de estos frutos es rico en actividad poligalacturonasa y durante mucho tiempo se asumió que esta era la principal enzima responsable del ablandamiento del fruto.

**Tabla 39. Prueba de Tukey para B (Etapa de aplicación) x C (Dosis de ozono) en la variable Firmeza**

FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	2 día		3 día		7 día		8 día		10 día	
		Medias	Rangos								
Precosecha	0,0 ppm	2,0	B	1,9	C	2,5	A B	3,0	A	2,3	B
Precosecha	0,35 ppm	3,1	A	2,9	A	2,9	A	2,5	A B	3,0	A
Precosecha	0,45 ppm	2,6	A B	2,9	A	2,4	A B	2,4	A B	2,9	A
Poscosecha	0,0 ppm	2,6	A B	2,3	B C	2,8	A B	2,1	B	2,0	B
Poscosecha	0,35 ppm	2,6	A B	2,3	B C	2,4	A B	2,3	B	2,0	B
Poscosecha	0,45 ppm	2,8	A B	2,5	A B	2,4	B	2,4	B	2,1	B

Elaborado por: Mañay, N. (2021)

**Figura 25. Interacción B (Etapa de aplicación) x C (Dosis de ozono) en la variable Firmeza**

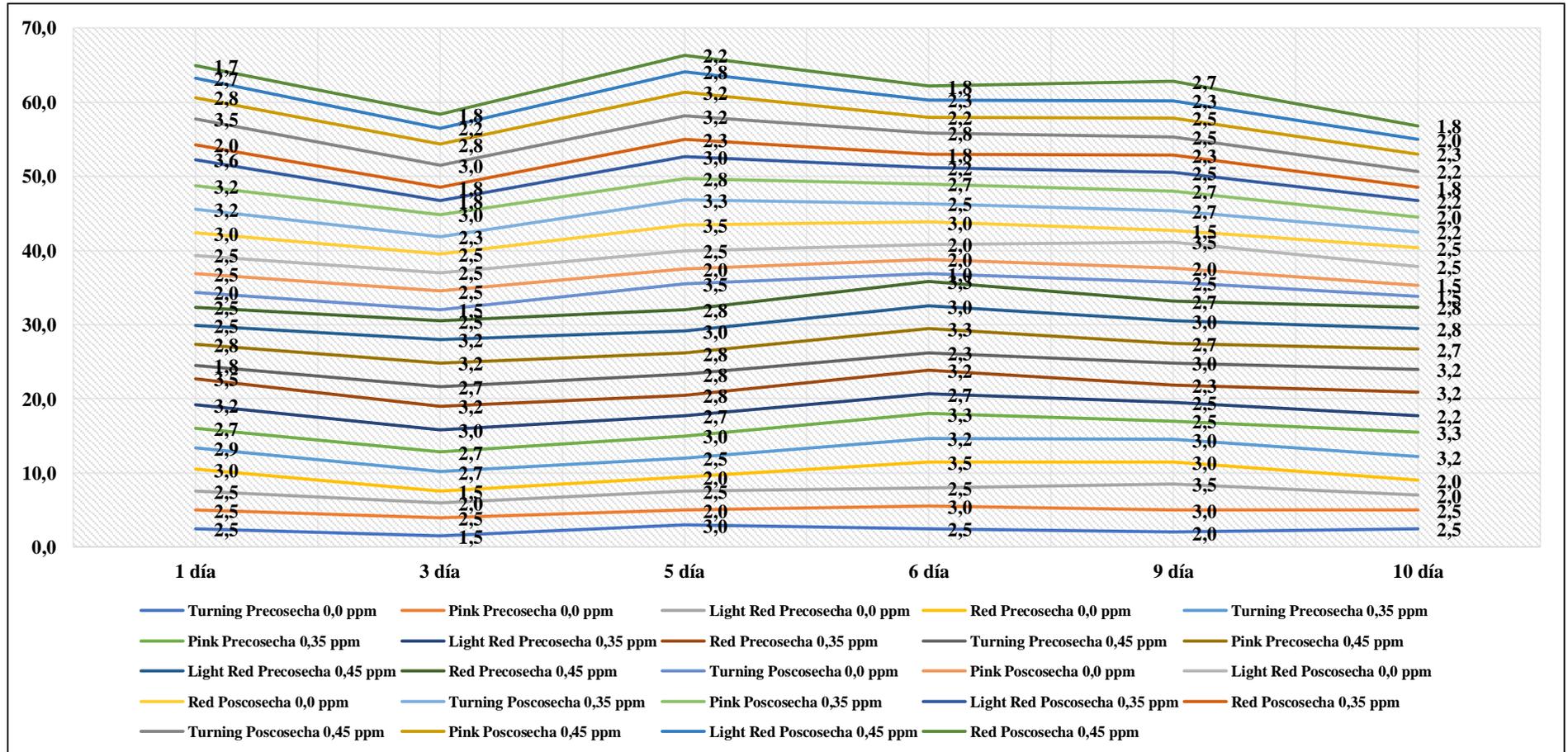


Elaborado por: Mañay, N. (2021)

**Tabla 40. Prueba de Tukey para A (Índice de cosecha por color) x B (Etapa de aplicación) x C (Dosis de ozono) en la variable Firmeza**

FACTOR A (ÍNDICES DE COSECHA POR COLOR)	FACTOR B (ETAPA DE APLICACIÓN)	FACTOR C (DOSIS DE OZONO)	1 día			3 día			5 día			6 día				9 día		10 día									
			Medi as	Rangos			Medi as	Rangos			Medi as	Rango s		Medi as	Rangos			Medi as	Rango s		Medi as	Rangos					
Turning	Precosecha	0,0 ppm	2,5	A	B	C	1,5		C	3,0	A	B	2,5	A	B	C	D	2,0	A	B	2,5	A	B	C	D		
Pink	Precosecha	0,0 ppm	2,5	A	B	C	2,5	A	B	C	2,0		B	3,0	A	B	C	D	3,0	A	B	2,5	A	B	C	D	
Light Red	Precosecha	0,0 ppm	2,5	A	B	C	2,0	A	B	C	2,5	A	B	2,5	A	B	C	D	3,5	A		2,0		B	C	D	
Red	Precosecha	0,0 ppm	3,0	A	B	C	1,5		C	2,0		B	3,5	A				3,0	A	B	2,0		B	C	D		
Turning	Precosecha	0,35 ppm	2,9	A	B	C	2,7	A	B	C	2,5	A	B	3,2	A	B	C		3,0	A	B	3,2	A	B			
Pink	Precosecha	0,35 ppm	2,7	A	B	C	2,7	A	B	C	3,0	A	B	3,3	A	B			2,5	A	B	3,3	A				
Light Red	Precosecha	0,35 ppm	3,2	A	B		3,0	A	B		2,7	A	B	2,7	A	B	C	D	2,5	A	B	2,2	A	B	C	D	
Red	Precosecha	0,35 ppm	3,5	A			3,2	A		2,8	A	B	3,2	A	B	C		2,3	A	B	3,2	A	B				
Turning	Precosecha	0,45 ppm	1,8		B	C	2,7	A	B	C	2,8	A	B	2,3	A	B	C	D	3,0	A	B	3,2	A	B			
Pink	Precosecha	0,45 ppm	2,8	A	B	C	3,2	A		2,8	A	B	3,3	A	B			2,7	A	B	2,7	A	B	C	D		
Light Red	Precosecha	0,45 ppm	2,5	A	B	C	3,2	A		3,0	A	B	3,0	A	B	C	D	3,0	A	B	2,8	A	B	C			
Red	Precosecha	0,45 ppm	2,5	A	B	C	2,5	A	B	C	2,8	A	B	3,3	A	B			2,7	A	B	2,8	A	B	C		
Turning	Poscosecha	0,0 ppm	2,0		B	C	1,5		C	3,5	A		1,0					E	2,5	A	B	1,5			D		
Pink	Poscosecha	0,0 ppm	2,5	A	B	C	2,5	A	B	C	2,0		B	2,0			C	D	E	2,0	A	B	1,5		D		
Light Red	Poscosecha	0,0 ppm	2,5	A	B	C	2,5	A	B	C	2,5	A	B	2,0			C	D	E	3,5	A		2,5	A	B	C	D
Red	Poscosecha	0,0 ppm	3,0	A	B	C	2,5	A	B	C	3,5	A		3,0	A	B	C	D	1,5		B	2,5	A	B	C	D	
Turning	Poscosecha	0,35 ppm	3,2	A	B		2,3	A	B	C	3,3	A	B	2,5	A	B	C	D	2,7	A	B	2,2	A	B	C	D	
Pink	Poscosecha	0,35 ppm	3,2	A	B		3,0	A	B		2,8	A	B	2,7	A	B	C	D	2,7	A	B	2,0		B	C	D	
Light Red	Poscosecha	0,35 ppm	3,6	A			1,8		B	C	3,0	A	B	2,2		B	C	D	E	2,5	A	B	2,2	A	B	C	D
Red	Poscosecha	0,35 ppm	2,0		B	C	1,8		B	C	2,3	A	B	1,8			D	E	2,3	A	B	1,8		C	D		
Turning	Poscosecha	0,45 ppm	3,5	A			3,0	A	B		3,2	A	B	2,8	A	B	C	D	2,5	A	B	2,2	A	B	C	D	
Pink	Poscosecha	0,45 ppm	2,8	A	B	C	2,8	A	B		3,2	A	B	2,2		B	C	D	E	2,5	A	B	2,3	A	B	C	D
Light Red	Poscosecha	0,45 ppm	2,7	A	B	C	2,2	A	B	C	2,8	A	B	2,3	A	B	C	D	2,3	A	B	2,0		B	C	D	
Red	Poscosecha	0,45 ppm	1,7			C	1,8		B	C	2,2	A	B	1,8			D	E	2,7	A	B	1,8		C	D		

Figura 26. Interacción A (Índice de cosecha por color) x B (Etapa de aplicación) x C (Dosis de ozono) en la variable Firmeza



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

En la tabla 40 se presentó los rangos de significación obtenidos luego de aplicar la Prueba de Tukey al 5% para seis fechas de tomas de datos que fueron significantes en el análisis de varianza de la variable Firmeza. El primer día después de la cosecha tuvo 5 rangos de significación donde el color Light Red con dosis de 0,35 ppm aplicado en Poscosecha obtuvo un promedio de 3,6. Para el tercer día después de la cosecha hubo cinco rangos de significación, el primer rango fue compartido con un promedio de 3,2 y fue para Pink con dosis de 0,45 ppm aplicado en Precosecha, Light Red con dosis de 0,45 ppm aplicado en Precosecha y Red con dosis de 0,35 ppm de ozono aplicado en Precosecha.

Para el quinto día después de la cosecha se evidenció tres rangos de significación donde el primer rango fue para el color Red con dosis de 0,0 ppm de ozono aplicado en Poscosecha con un promedio de 3,5; al igual que el color Turning con dosis de 0,0 ppm de ozono aplicado en Poscosecha. El noveno día después de la cosecha obtuvo tres rangos de significación, el primer rango fue para el color Light Red con dosis 0,0 ppm de ozono aplicado en Poscosecha con un promedio de 3,5. Finalmente, el décimo día después de la cosecha presentó siete rangos de significación, donde el primer rango lo ocupó el color Pink con dosis de 0,35 ppm de ozono aplicado en Precosecha con un valor promedio de 3,3.

La firmeza de las rodajas de tomate no tuvo ningún cambio luego de la aplicación del Ozono, la reducción de la firmeza llegó hasta el 35% luego de los 15 días de almacenamiento, mientras que en frutos enteros reportaron que el tratamiento con ozono redujo la suavidad llegando al 21% luego de 15 días de almacenamiento mientras que las frutas no tratadas con ozono llegaron a un porcentaje de 28% (Aguayo, Escalona, & Artés, 2006).

#### **11.4.Variable Porcentaje de Pérdida de Peso**

Al realizar el Análisis de varianza de la variable Porcentaje de Pérdida de Peso, se obtuvo resultados significativos para las fuentes de variación Tratamiento y Factor C (Dosis de ozono), mientras que para las otras fuentes de variación no hubo significación estadística inclusive para cada una de las interacciones entre factores, el coeficiente de variación fue de 20,32%.

**Tabla 41. ADEVA para la variable Porcentaje de Pérdida de Peso**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento	8174,9	23	355,43	5,03	<0,0001	*
Repetición	8174,9	23	355,43	5,03	0,1	
Factor A (Índices de cosecha por color)	38,86	3	12,95	0,18	0,907	ns
Factor B (Etapa de aplicación)	11,92	1	11,92	0,17	0,683	ns
Factor C (Dosis de ozono)	7388,99	2	3694,49	52,34	1,41E-12	*
ÍNDICES*ETAPA	198,59	3	66,2	0,94	0,430	ns
ÍNDICES*DOSIS	130,85	6	21,81	0,31	0,929	ns
ETAPA*DOSIS	67,4	2	33,7	0,48	0,623	ns
ÍNDICES*ETAPA*DOSIS	338,29	6	56,38	0,80	0,576	ns
Error	3247,35	46	70,59			
Total	11485,76	71				
<b>CV</b>	<b>20,32</b>					

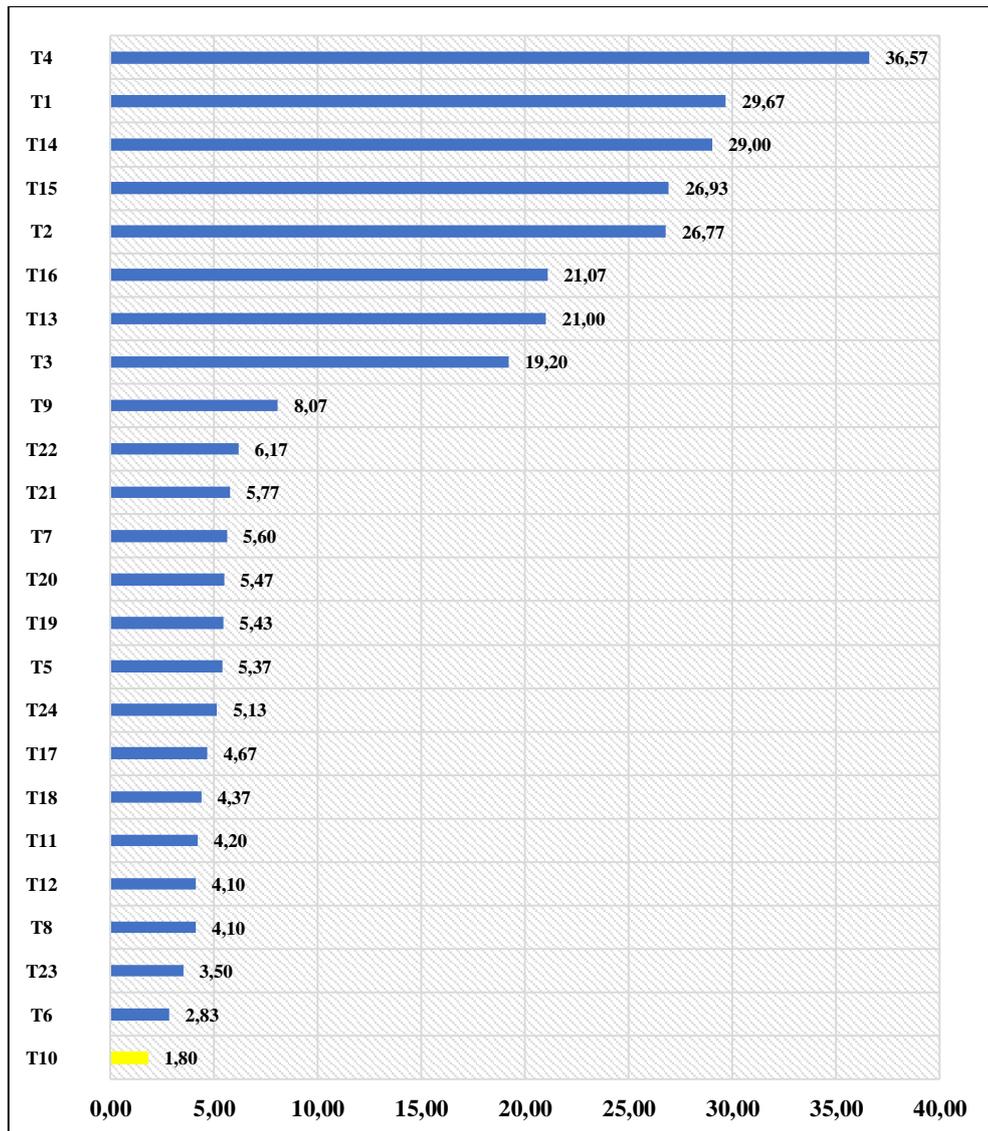
Elaborado por: Mañay, N. (2021)

**Tabla 42. Prueba de Tukey para Tratamientos en la variable Porcentaje de Pérdida de Peso**

Tratamientos	Medias	Rangos			
T10	1,80	A			
T6	2,83	A	B		
T23	3,50	A	B	C	
T8	4,10	A	B	C	
T12	4,10	A	B	C	
T11	4,20	A	B	C	
T18	4,37	A	B	C	
T17	4,67	A	B	C	
T24	5,13	A	B	C	
T5	5,37	A	B	C	
T19	5,43	A	B	C	
T20	5,47	A	B	C	
T7	5,60	A	B	C	
T21	5,77	A	B	C	
T22	6,17	A	B	C	
T9	8,07	A	B	C	
T3	19,20	A	B	C	D
T13	21,00	A	B	C	D
T16	21,07	A	B	C	D
T2	26,77	A	B	C	D
T15	26,93	A	B	C	D
T14	29,00		B	C	D
T1	29,67			C	D
T4	36,57				D

En la tabla 42 se observó la prueba de Tukey aplicada a la fuente de variación Tratamientos donde se obtuvo significación estadística. Se presentó siete rangos de significancia donde el tratamiento T10 obtiene el mejor promedio con un valor promedio en el porcentaje de pérdida de peso de 1,80% y alcanzó el primer rango de significación; mientras que el último rango fue para el tratamiento T4, con un valor de 36,57% en la pérdida de peso.

**Figura 27. Promedios para Tratamientos en la variable Porcentaje de Pérdida de Peso**



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

Alarcón (2013) indica que las plantas de tomate testigo presentaron un mayor porcentaje en pérdida de peso con un valor de 9,53% superando a los tratamientos aplicados. El peso y la composición de la fruta dependen del equilibrio entre los flujos de entrada y salida hacia / desde la fruta (principalmente agua y carbono), que implican muchos procesos diferentes. La transpiración conduce a una pérdida de agua y puede disminuir el peso fresco de la fruta y concentrar los compuestos solubles (Prudent, y otros, 2009).

Farooq et al. (2021) obtuvo valores promedio de 27,98 gramos por fruta en el tratamiento control, mientras que en los tratamientos con aplicación de ozono llegó a obtener promedios entre 25,74 a 25,84 gramos en la pérdida de peso.

**Tabla 43. Prueba de Tukey para Factor C (Dosis de ozono) en la variable Porcentaje de Pérdida de Peso**

<b>Factor C (Dosis de ozono)</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
0,35 ppm	4,73	A
0,45 ppm	4,84	A
0 ppm	26,28	B

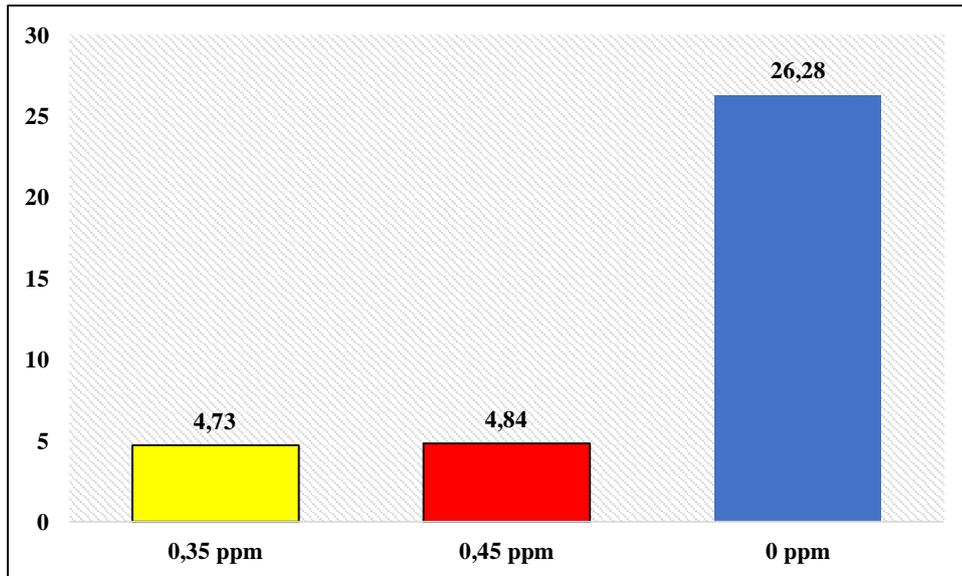
**Elaborado por:** Mañay, N. (2021)

La tabla 43 indicó los rangos de significación obtenidos por los promedios del Factor C (Dosis de ozono) (Dosis de ozono) se aplicó la Prueba de Tukey al 5%, donde se observó dos rangos de significación, la dosis 0,35 ppm con un promedio de 4,73 % y la dosis 0,45 ppm con un promedio de 4,84 % se ubicaron en el primer rango de significación, en comparación con la dosis de 0 ppm que alcanzó un porcentaje de 26,28% de pérdida de peso a los 10 días después de la cosecha

El fruto puede alcanzar un peso entre algunos pocos gramos hasta 600 gramos en función con la variedad y las condiciones de desarrollo (Noale, 2015). Rodoni (2008), manifiesta que los frutos tratados con ozono ( $10 \mu\text{L L}^{-1}$ , 10 minutos), presentaron el mejor aspecto general y reducción de pérdida de peso a los 9 días de almacenamiento, indica que este comportamiento está relacionado a la mayor integridad de los tejidos del fruto llegando a un porcentaje mínimo de 0,6% de pérdida de peso.

El estado 1 (verde 100%, rojo 0%) a 3 (verde %, rojo 50%) no hubo diferencia significativa, y fueron los estados que perdieron mayor porcentaje de peso durante la poscosecha, con valores comprendidos entre 9,1% y 9,9%, mientras que los frutos cosechados en el estado 4 (verde 25% y rojo 75%) perdieron sólo 7,4% del peso después de la recolección (Casierra & Aguilar, 2008).

**Figura 28. Factor C (Dosis de ozono) en la variable Porcentaje de Pérdida de Peso**



Elaborado por: Mañay, N. (2021)

### 11.5. Análisis de costos de los tratamientos

En la tabla 50 se observó el análisis de los costos de los tratamientos donde se observó que los tratamientos que tuvieron la dosis 0 ppm de ozono presentaron un beneficio mayor que los tratamientos con aplicación con un valor de 3,76 usd, esto debido a que la dosis 0 ppm se relaciona a los tratamientos testigos que fueron comparados con las dosis propuestas en la investigación; y no tuvieron ninguna aplicación de tratamientos; a continuación, se ubican los tratamientos con la dosis de 0,35 ppm de ozono con un valor promedio de 1,12 usd y finalmente, se ubican los tratamientos con la dosis de 0,45 ppm de ozono con un valor de 0,90 usd. Estos valores demuestran que existe una cantidad de devolución económica rescataable, siempre y cuando dispongamos del instrumental necesario para la implementación de la tecnología propuesta.

Esto permite observar que es factible el uso de ozono para mantener las características del fruto de tomate a un costo bastante económico. Además, se puede evidenciar que la aplicación del ozono ayuda a alargar el tiempo de vida con la dosis aplicada de 0.35 ppm ya que se obtuvieron mejores resultados y una buena calidad del fruto.

**Tabla 44. Análisis de costos de los tratamientos**

TRATAMIENTOS	TRATAMIENTO	DOSIS OZONO	COSTO TRAT.	RENDIMIENTO (Kg-m <sup>2</sup> )	PRECIO KG	INGRESO (Kg-m <sup>2</sup> )	INGRESO NETO
T1	Turning + precosecha	0 ppm	0,00	8,00	0,47	3,76	3,76
T2	Pink + precosecha	0 ppm	0,00	8,00	0,47	3,76	3,76
T3	Light red + precosecha	0 ppm	0,00	8,00	0,47	3,76	3,76
T4	Red + precosecha	0 ppm	0,00	8,00	0,47	3,76	3,76
T5	Turning + precosecha	0,35 ppm	2,64	8,00	0,47	3,76	1,12
T6	Pink + precosecha	0,35 ppm	2,64	8,00	0,47	3,76	1,12
T7	Light red + precosecha	0,35 ppm	2,64	8,00	0,47	3,76	1,12
T8	Red + precosecha	0,35 ppm	2,64	8,00	0,47	3,76	1,12
T9	Turning + precosecha	0,45 ppm	2,86	8,00	0,47	3,76	0,90
T10	Pink + precosecha	0,45 ppm	2,86	8,00	0,47	3,76	0,90
T11	Light red + precosecha	0,45 ppm	2,86	8,00	0,47	3,76	0,90
T12	Red + precosecha	0,45 ppm	2,86	8,00	0,47	3,76	0,90
T13	Turning + poscosecha	0 ppm	0,00	8,00	0,47	3,76	3,76
T14	Pink + poscosecha	0 ppm	0,00	8,00	0,47	3,76	3,76
T15	Light red + poscosecha	0 ppm	0,00	8,00	0,47	3,76	3,76
T16	Red + poscosecha	0 ppm	0,00	8,00	0,47	3,76	3,76
T17	Turning + poscosecha	0,35 ppm	2,64	8,00	0,47	3,76	1,12
T18	Pink + poscosecha	0,35 ppm	2,64	8,00	0,47	3,76	1,12
T19	Light red + poscosecha	0,35 ppm	2,64	8,00	0,47	3,76	1,12
T20	Red + poscosecha	0,35 ppm	2,64	8,00	0,47	3,76	1,12
T21	Turning + poscosecha	0,45 ppm	2,86	8,00	0,47	3,76	0,90
T22	Pink + poscosecha	0,45 ppm	2,86	8,00	0,47	3,76	0,90
T23	Light red + poscosecha	0,45 ppm	2,86	8,00	0,47	3,76	0,90
T24	Red + poscosecha	0,45 ppm	2,86	8,00	0,47	3,76	0,90

## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 12.1. Conclusiones

- Los mejores índices de cosecha fueron el Red y el Pink debido a que presentaron mejores promedios en cada una de las características evaluadas llegando al último día de toma de datos con promedios de pH de 4,48 para Red y 4,31 para Pink. Para sólidos totales Pink llevó un promedio de 3,3 °Brix. En la variable Firmeza Pink obtuvo un promedio de 2,6; al igual que en peso obtuvo un promedio de 113,5 gramos.
- Las dosis aplicadas arrojaron resultados positivos para 0,35 ppm llegando a un peso de 120,9 gramos; para firmeza obtuvo un valor promedio de 2,5 en cada fruto; en sólidos totales fue un promedio de 3,1 °Brix y en la variable pH fue de 4,47.
- El mejor método de aplicación fue la inmersión de los frutos en poscosecha llegando a valores promedio de pH de 4,4; en sólidos totales fue un promedio de 3,3 °Brix; para la variable Peso fue un promedio de 123 gramos por fruto; mientras que para firmeza el mejor tratamiento de aplicación fue para los frutos en precosecha con un promedio de 2,7.
- En el porcentaje de pérdida de peso se concluye que el mejor tratamiento fue T10 (Pink + precosecha + 0,45 ppm) que llegó a obtener el menor porcentaje de pérdida de peso con un promedio de 1,80%.
- El análisis económico realizado nos permitió concluir que el tratamiento sin ozono obtiene un valor de 3,76 usd de beneficio para el productor, pero la dosis de 0,45 ppm que nos permite tener beneficios en las características morfológicas obtuvo un valor de 3,18 usd.

### 12.2. Recomendaciones

- Para cosechar los frutos de tomate según el índice de color y obtener las mejores características deseables para su consumo es recomendable tomar los índices de cosecha en color Pink y color Red.
- La aplicación de la dosis de ozono a 0,35 ppm permitió mantener las mejores características de los frutos de tomate; por lo tanto, se podría recomendar a los productores de esta fruta utilizar esta propuesta.
- La inmersión de los frutos en la solución de ozono en poscosecha es aplicable para que los tomates cumplan con los requisitos y mantengan los parámetros de calidad.

- Se insta realizar investigaciones con aplicación de otras dosis de ozono y evaluar características físico químicas en otros productos comestibles de la familia de las solanáceas.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo, E., Escalona, V., & Artés, F. (2006). Effect of cyclic exposure to ozone gas on physicochemical, sensorial and microbial quality of whole and sliced tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*, 169 - 177.
- Alarcón, A. (2013). <http://oa.upm.es>. Obtenido de [http://oa.upm.es/21908/1/ALEJANDRO\\_ALARCON\\_ZAYAS.pdf](http://oa.upm.es/21908/1/ALEJANDRO_ALARCON_ZAYAS.pdf)
- Alvarado, E., Ramírez, G., Martínez, E., Piña, C., De la Cruz, B., & Chablé, F. (2019). Calidad de fruto de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de generaciones S2 y F4. *Ciencia y Tecnología Agroecuaría*, 1 - 9.
- Álvarez, E. (2018). <http://centa.gob.sv>. Obtenido de [http://centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Centa\\_Tomate%202019.pdf](http://centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Centa_Tomate%202019.pdf)
- Arana, I., Jarén, C., Arazuri, S., García, M., Ursua, A., & Riga, P. (2007). <http://www.horticom.com/pd/>. Obtenido de <http://www.horticom.com/pd/>
- Baena, D., Vallejo, F., & Estrada, E. (2003). Avance generacional y selección de líneas promisorias de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) tipos chonto y milano. *Acta Agronómica*.
- Banco Central del Ecuador. (2021). <https://contenido.bce.fin.ec>. Obtenido de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc202003.pdf>
- Barret, D., Beaulieu, J., & Shewfelt, R. (2010). ) Color, Flavor, Texture, and Nutritional Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Desirable Levels, Instrumental and Sensory Measurement, and the Effects of Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 369 - 389. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10408391003626322>
- Bataller, M., González, J., Veliz, E., Nápoles, D., & Álvarez, C. (2010). Empleo del ozono en la poscosecha de fruta bomba var Maradol-roja. *CENIC*, 1 - 11.
- Bataller, M., Santacruz, S., & García, M. (2010). El ozono: una alternativa sustentable en el tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas. *CENIC*, 155 - 164.
- Bautista, P., Arellanes, N., & Pérez, M. (2016). Color y estado de madurez del fruto. *Agronomía Mesoamericana*, 115 - 130.

- Beckles, D. (2012). Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 129 - 140.
- Brasiliano, C., Fernandes, P., Gheyi, H., Blanco, F., Goncalves, C., & Ferreira, S. (2006). Yield and fruit quality of industrial tomato under saline irrigation. *Scientia Agricola*, 146 - 152.
- Callejón, A., Manzano, F., Díaz, M., & Carreaño, A. (2008). . Effect of shading with aluminised screens on fruit production and quality in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de invernadero. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 41 - 49.
- Cantwell, M. (2008). <https://ucanr.edu>. Obtenido de [https://ucanr.edu/sites/Postharvest\\_Technology\\_Center\\_/files/235436.pdf](https://ucanr.edu/sites/Postharvest_Technology_Center_/files/235436.pdf)
- Carillo, E. (2006). *Revisión del Género Lupinus en Perú. Tesis Doctor en Biología*. Arequipa, Perú: Universidad Nacional San Agustín.
- Casierra, F., & Aguilar, O. (2008). Calidad en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cosechados en diferentes estados de madurez. *Agronomía Colombiana*, 300 - 307.
- Cerda, H. (1991). <http://postgrado.una.edu.ve>. Obtenido de <http://postgrado.una.edu.ve/metodologia2/paginas/cerda7.pdf>
- El Comercio. (11 de 03 de 2011). Ocho variedades de tomate riñón están en los mercados locales. *El Comercio*.
- Escalona, V., Correa, J., & Gonzáles, A. (2019). *Manejo postcosecha de tomates y pimientos frescos y de IV gama*. Santiago - Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas - Universidad de Chile.
- ESPAC. (2020). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>. Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2020/Tabulados%20ESPAC%202020.xlsx](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Tabulados%20ESPAC%202020.xlsx)
- FAO. (2019). <http://www.fao.org>. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>

- Farooq, H., Bashir, M., Khlofah, A., Khan, K., Ramzan, M., Hussain, A., . . . Ahmad, Z. (2021). Interactive effects of saline water irrigation and nitrogen fertilization on tomato growth and yield. *Fresenius Environmental Bulletin*, 3557 - 3564.
- FIRA. (2019). <https://www.inforural.com.mx>. Obtenido de <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2019/06/Panorama-Agroalimentario-Tomate-rojo-2019.pdf>
- Fornaris, G. (2016). <https://www.upr.edu>. Obtenido de <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/TOMATE-Character%C3%ADsticas-de-la-Planta-v2007.pdf>
- Freire, A. (2004). *Botánica Sistemática Ecuatoriana*. St. Louis: Missouri Botanical Garden.
- Guzman, A., Antunez, A., Martinez, J., Salinas, L., Allende, M., Olivares, N., . . . Sepúlveda, P. (2017). <https://biblioteca.inia.cl>. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6707/NR40981.pdf?sequence=1>
- Guzmán, A., Corradini, F., Martínez, J., Allende, M., Abarca, P., & Felmer, S. (2017). <https://biblioteca.inia.cl>. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6707/NR40981.pdf?sequence=1>
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- Horvitz, S., & Cantalejo, J. (2014). Application of Ozone for the Postharvest Treatment of Fruits and Vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 312 - 339.
- Kader, A. (2008). Perspective. Flavor quality of fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1863 - 1868.
- Loor, J. (2016). <http://www.dspace.uce.edu.ec>. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10096/1/T-UCE-0004-86.pdf>
- López, L. (2017). <http://www.mag.go.cr>. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf>
- Marín, M., Orchard, J., & Seymour, G. (2002). Pectate lyases, cell wall degradation and fruit softening. *Journal of Experimental Botany*, 2115 - 2119.

- Méndez, W. (2020). <https://cia.uagraria.edu.ec>. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MENDEZ%20CAJAMARCA%20WILLIAM%20STEVEN.pdf>
- Monge, J., & Loría, M. (2021). Determination of Selection Criteria for Tomato (*Solanum Lycopersicum*) Yield under Greenhouse Conditions. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 7-19.
- Noale, N. (2015). <http://lipa.agro.unlp.edu.ar>. Obtenido de <http://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/Trabajo-Final-Noale.pdf>
- Noreña, J., Rodríguez, V., Gil, L., García, M., Hío, J. Q., Sánchez, G., . . . Restrepo, J. G. (2012). *Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas*. Bogotá: Corpoica.
- Nuez, F. (1999). <https://books.google.com.ec/books/>. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books/about/El\\_Cultivo\\_del\\_tomate.html?hl=es&id=EMXnooyk-TQC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/El_Cultivo_del_tomate.html?hl=es&id=EMXnooyk-TQC&redir_esc=y)
- Prudent, M., Causse, M., Génard, M., Tripoldi, P., Grandillo, S., & Bertin, N. (2009). Genetic and physiological analysis of tomato fruit weight and composition: influence of carbon availability on QTL detection. *Journal of Experimental Botany*, 923 - 937.
- Rivero, L., Quiroga, M., Gonzáles, O., & Moraga, L. (2013). <https://inta.gob.ar>. Obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ficha\\_n\\_6\\_-\\_control\\_de\\_calidad.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ficha_n_6_-_control_de_calidad.pdf)
- Rodoni, L. (2008). <http://lipa.agro.unlp.edu.ar>. Obtenido de <http://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/Trabajo-final-de-Luis-Rodoni.pdf>
- Saavedra, G. (2020). <https://biblioteca.inia.cl>. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6818/Capitulo%201.%20Tomate.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Salazar, L. (2016). <http://www.dspace.uce.edu.ec/>. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8226/1/T-UCE-0004-50.pdf>
- San Martín, C., Ordaz, V., Sánchez, P., Beryl, M., & Borges, L. (2012). Calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) producido en hidroponía con diferentes granulometrías de tezontle. *Agrociencia*, 243 - 254.

- Silva, J. (2015). <http://www.dspace.uce.edu.ec>. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7781/1/T-UCE-0004-57.pdf>
- Thybo, A., Edelenbos, M., Christensen, L., Sorensen, J., & Thorup, K. (2006). Effect of organic growing systems on sensory quality and chemical composition of tomatoes. *LWT - Food Science and Technology*, 835 - 843.
- Tilahun, S., Park, D., Seo, M., & Jeong, C. (2017). Review on factors affecting the quality and antioxidant properties of tomatoes. *African Journal of Biotechnology*, 1678 - 1687.
- Turhan, A., & Seniz, V. (2009). Estimation of certain chemical constituents of fruits of selected tomato genotypes grown in Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 1086 - 1092.
- Urbano, M. (2018). <https://repositorio.uta.edu.ec>. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28228/1/02%20T.AL.pdf>
- Vallejo, J. (2013). Elaboración de un manual guía técnico práctico del cultivo de hortalizas de mayor importancia socio - económica de la región interandina. *Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniera agrónoma*. Quito, Ecuador.
- Vergani, R. (2002). *Lycopersicum esculentum*: Una breve historia del tomate. *Horticultura*, 18 - 26.

## 14. ANEXOS

### Anexo 1. Aval de inglés.



## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Decenter del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa:

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE DOS MÉTODOS DE APLICACIÓN DE OZONO EN TOMATE RIÑÓN (SOLANUM**

**LYCOPERSICUM, L.), COSECHADO A DIFERENTES ÍNDICES POR COLOR,**

**COTOPAXI, PERÍODO 2020 – 2021”** presentado por: **Mañay Maisanche Natalia Catalina**, egresada de la Carrera de: **Ingeniería Agronómica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Septiembre del 2021

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'V. Sandoval', written over a horizontal line.

-----  
Msc. Vladimir Sandoval V.

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

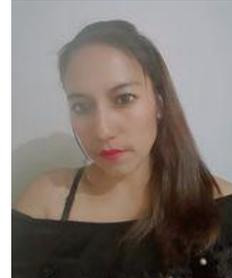
CI: 0502104219



**Anexo 2. Hoja de vida de los Investigadores****DATOS PERSONALES****APELLIDOS:** PARRA GALLARDO**NOMBRES:** GIOVANA PAULINA**ESTADO CIVIL:** DIVORCIADA**CEDULA DE CIUDADANIA:** 180226703-7**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** 28 – 07 -1969**DIRECCION DOMICILIARIA:** AMBATO: Pasaje Toro S.N. y Jorge Carrera**TELEFONO CONVENCIONAL:** 032588381**TELEFONO CELULAR:** 09878394949, 0998435238**CORREO ELECTRONICO:** giovana.parra@utc.edu.ec; gioppg@gmail.com;**EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON:** PABLO FRANCISCO LÓPEZ PARRA - 0995638722**ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS**

<b>NIVEL</b>	<b>TITULO OBTENIDO</b>	<b>FECHA DE REGISTRO EN EL CONESUP</b>	<b>CODIGO DEL REGISTRO CONESUP</b>
<b>TERCER</b>	INGENIERA AGRÓNOMA	19/05/2003	1010-03-392713
<b>CUARTO</b>	MAGISTER EN GESTIÓN DE EMPRESAS AGROPECUARIAS Y MANEJO DE POSCOSECHA	03/12/2008	1010-08-684405
	DIPLOMADO EN TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN Y PRÁCTICA DOCENTE	06/10/201	010-08-684405
	MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN Y PRÁCTICA DOCENTE (EGRESADA)		
	DOCTORADO EN AGRICULTURA PROTEGIDA (CANDIDATA)		

**HISTORIAL PROFESIONAL****UNIDAD ACADEMICA EN LA QUE LABORA:** C.A.R.E.N.**CARRERA A LA QUE PERTENECE:** INGENIERÍA AGRONÓMICA**AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:** EJE PROFESIONAL

**PERIODO ACADEMICO DE INGRESO A LA UTC: ABRIL 1998****DATOS PERSONALES**

Nombres	Natalia Catalina
Apellidos	Mañay Maisanche
Fecha de nacimiento	13/07/1990
Dirección	La Argelia Baja
Teléfono	0998248532
Email	natalia.manay7361@utc.edu.ec

**ESTUDIOS REALIZADOS**

Primaria	Escuela Luis “Alfredo Martínez”
Secundaria	Colegio Nacional “José Peralta “
Otros estudios	Universidad Técnica de Cotopaxi

### Anexo 3. Tabla de datos y libro de campo

#### pH

TRAT	REP	1 día	2 día	3 día	4 día	5 día	6 día	7 día	8 día	9 día	10 día
T1	1	4,2	5,0	4,2	4,0	4,0	3,0	4,5	4,5	4,1	4,2
T2	1	4,2	3,1	5,0	4,3	4,0	3,3	4,2	4,1	4,1	4,1
T3	1	4,0	4,5	4,5	4,1	4,0	3,2	4,0	3,4	4,2	4,2
T4	1	4,5	4,5	4,1	4,1	4,9	4,0	4,3	4,5	4,2	4,2
T5	1	4,2	4,5	4,5	3,9	4,5	5,5	4,2	4,0	4,1	4,2
T6	1	5,0	4,5	4,1	4,1	4,5	4,1	5,0	4,0	4,2	5,0
T7	1	4,2	4,2	4,0	4,1	5,5	4,1	4,3	4,2	4,5	5,5
T8	1	4,0	5,5	4,1	4,1	4,2	4,1	4,1	4,2	4,5	4,2
T9	1	4,1	4,1	4,5	4,0	4,2	3,1	4,5	4,1	4,2	4,1
T10	1	3,9	4,2	4,5	4,1	4,2	4,5	4,5	4,3	5,0	4,5
T11	1	4,4	4,5	4,0	4,0	4,1	4,5	4,0	4,1	4,0	4,2
T12	1	4,2	4,1	4,2	4,1	4,3	4,3	4,0	5,5	4,0	4,2
T13	1	4,0	5,2	4,0	4,2	3,7	4,1	4,1	4,2	4,1	4,2
T14	1	4,0	5,1	4,0	4,2	3,0	4,2	4,1	4,2	4,1	4,1
T15	1	4,1	5,0	4,0	4,0	3,3	4,1	4,2	4,2	4,1	4,2
T16	1	4,2	3,1	4,0	4,1	3,2	4,1	4,0	4,2	4,0	4,3
T17	1	4,5	4,5	4,3	4,5	4,0	4,0	4,2	4,1	4,0	4,1
T18	1	4,1	4,5	4,1	4,5	4,0	4,0	4,0	4,3	4,3	4,5
T19	1	4,1	4,2	4,1	4,2	4,0	4,1	4,3	4,1	4,1	4,1
T20	1	4,2	5,5	4,1	5,5	4,2	4,2	4,0	4,3	4,2	4,9
T21	1	5,5	5,4	3,9	5,0	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1	4,3
T22	1	5,8	4,2	4,1	3,4	4,1	4,1	4,1	4,2	4,2	4,2
T23	1	5,6	4,6	4,1	4,8	4,0	4,1	4,1	4,2	4,1	4,5
T24	1	5,2	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,2	4,1	4,5	5,2
T1	2	4,2	3,1	4,2	4,0	4,0	3,0	4,5	4,5	4,1	4,2
T2	2	4,2	4,5	5,0	4,3	4,0	3,3	4,2	4,1	4,1	4,1

T3	2	4,0	4,5	4,5	4,1	4,0	3,2	4,0	3,4	4,2	4,2
T4	2	4,5	4,5	4,1	4,1	4,5	4,0	4,3	4,5	4,2	4,2
T5	2	4,0	5,7	4,9	4,0	4,2	4,0	4,1	4,5	4,2	4,0
T6	2	4,2	5,7	4,2	4,0	5,7	4,2	4,5	4,5	4,2	4,0
T7	2	4,2	3,9	4,5	4,1	3,9	4,2	4,2	4,0	4,1	4,9
T8	2	3,9	4,0	4,2	4,0	4,0	4,1	5,7	4,0	4,3	4,0
T9	2	4,2	4,0	4,3	3,0	4,2	4,3	3,9	4,0	4,1	4,2
T10	2	4,1	4,4	4,0	5,7	4,2	4,0	4,0	4,9	4,2	4,5
T11	2	4,1	4,0	5,7	4,1	4,1	5,5	4,5	4,1	4,5	4,2
T12	2	4,3	4,0	4,9	4,4	4,3	4,3	4,2	4,1	4,5	4,3
T13	2	4,2	5,2	4,0	4,2	3,7	4,1	4,1	4,2	4,1	4,2
T14	2	4,2	5,1	4,0	4,2	3,0	4,2	4,1	4,2	4,1	4,1
T15	2	4,0	5,0	4,0	4,0	3,3	4,1	4,2	4,2	4,1	4,2
T16	2	4,5	3,1	4,0	4,1	3,2	4,1	4,0	4,2	4,0	4,3
T17	2	4,5	5,2	5,1	5,0	4,0	4,1	4,0	4,1	4,2	4,1
T18	2	4,1	4,2	4,0	4,2	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1	4,7
T19	2	4,1	4,2	4,1	4,0	4,0	4,0	4,1	4,2	4,0	4,2
T20	2	4,2	5,3	4,3	5,3	4,1	4,1	4,1	4,2	4,1	4,8
T21	2	5,5	4,4	4,0	4,0	3,9	4,0	4,1	4,1	4,1	4,2
T22	2	5,8	5,2	4,0	4,2	4,0	4,0	4,0	4,1	4,2	4,1
T23	2	5,6	4,5	4,0	4,5	4,0	4,1	4,1	4,2	4,3	4,6
T24	2	5,2	4,2	4,1	3,1	4,1	4,1	4,1	4,2	4,3	5,5
T1	3	4,2	3,1	4,2	4,0	4,0	3,0	4,5	4,5	4,1	4,2
T2	3	4,2	4,5	5,0	4,3	4,0	3,3	4,2	4,1	4,1	4,1
T3	3	4,0	4,5	4,5	4,1	4,0	3,2	4,0	3,4	4,2	4,2
T4	3	4,5	4,5	4,1	4,1	4,9	4,0	4,3	4,5	4,2	4,2
T5	3	4,1	4,2	4,0	4,2	4,5	4,2	4,0	4,2	4,2	4,2
T6	3	4,1	4,3	4,0	3,2	4,5	4,5	4,0	4,1	5,0	4,2
T7	3	4,2	4,0	5,7	4,0	4,2	4,2	4,5	4,2	4,0	4,2

T8	3	4,1	4,0	5,7	5,1	5,0	4,0	4,5	4,2	4,0	4,1
T9	3	5,0	4,2	3,9	4,2	4,1	4,0	4,0	4,2	4,9	4,3
T10	3	5,1	4,0	4,9	4,1	4,2	5,7	4,0	4,1	5,7	4,1
T11	3	4,1	5,7	4,2	4,2	4,2	3,9	4,0	4,0	3,9	4,0
T12	3	4,0	4,4	4,0	5,3	4,1	4,0	4,9	4,0	4,0	4,0
T13	3	4,2	5,2	4,0	4,2	3,7	4,1	4,1	4,2	4,1	4,2
T14	3	4,1	5,1	4,0	4,2	3,0	4,2	4,1	4,2	4,1	4,1
T15	3	4,0	5,0	4,0	4,0	3,3	4,1	4,2	4,2	4,1	4,2
T16	3	4,0	3,1	4,0	4,1	3,2	4,1	4,0	4,2	4,0	4,3
T17	3	5,7	5,2	4,0	4,2	4,0	4,1	4,0	4,1	4,5	4,9
T18	3	5,7	4,2	4,0	4,2	4,0	4,0	4,1	4,3	4,2	4,9
T19	3	3,9	4,0	4,2	4,0	4,1	4,0	4,2	4,2	4,2	5,0
T20	3	4,2	4,2	4,3	4,2	4,1	4,2	4,1	4,3	4,2	4,5
T21	3	5,3	4,3	4,0	4,5	4,0	4,1	4,1	4,1	4,2	4,3
T22	3	5,7	4,7	4,0	4,1	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1	4,2
T23	3	5,2	5,2	4,1	3,4	4,1	4,1	4,3	4,2	4,2	4,2
T24	3	5,4	5,4	5,2	4,5	4,1	4,2	4,1	4,3	4,2	5,4

### Sólidos Totales

TRAT	REP	1 día	2 día	3 día	4 día	5 día	6 día	7 día	8 día	9 día	10 día
T1	1	3,5	2,9	3,4	2,9	3,3	2,7	2,1	2,1	2,8	3,2
T2	1	2,3	2,5	2,6	3,3	2,8	3,2	2,9	2,9	2,6	3,1
T3	1	3,4	3,0	2,9	2,4	4,1	3,0	2,9	1,5	2,1	2,1
T4	1	3,4	2,8	3,7	4,1	4,3	3,5	1,7	2,2	2,5	2,9
T5	1	4,0	3,4	3,6	3,5	2,9	3,1	3,6	3,8	3,2	3,7
T6	1	3,4	3,8	3,2	3,7	2,7	3,3	2,8	3,6	2,3	3,4
T7	1	3,3	2,3	3,2	3,3	2,3	3,2	2,3	2,7	3,2	2,8
T8	1	4,1	3,9	3,1	3,6	2,3	3,6	3,3	2,3	3,2	3,4

T9	1	4,0	3,4	3,6	3,4	4,1	3,9	3,1	4,1	3,9	3,1
T10	1	2,2	3,5	3,8	2,2	3,5	3,8	3,2	2,7	3,3	3,4
T11	1	2,7	3,2	2,8	3,6	3,8	3,2	3,7	3,5	2,9	3,1
T12	1	2,7	3,3	2,8		4,0	3,4	3,6	2,7	3,2	2,8
T13	1	3,2	3,5	2,6	3,4	4,0	3,2	2,7	2,3	3,2	2,3
T14	1	3,0	3,2	2,8	3,9	4,0	3,2	3,1	3,2	3,3	3,1
T15	1	3,5	3,4	2,3	3,3	4,0	2,7	2,8	3,5	2,9	3,3
T16	1	3,4	3,6	4,2	3,2	4,0	3,2	1,2	2,9	3,5	2,9
T17	1	2,5	3,3	2,4	3,4	3,4	3,3	3,4	3,0	3,3	3,3
T18	1	2,9	3,3	4,3	3,3	3,1	3,0	2,8	3,8	3,8	3,5
T19	1	1,9	2,1	4,1	2,3	4,1	3,2	3,3	3,8	3,5	2,5
T20	1	2,1	2,7	2,6	2,7	4,0	3,4	3,7	3,4	3,3	2,2
T21	1	2,9	3,2	2,9	2,9	3,7	3,7	3,7	3,7	3,3	3,2
T22	1	2,4	3,3	2,9	3,4	3,3	3,6	2,9	3,3	3,5	2,5
T23	1	2,0	2,6	2,6	3,5	2,7	2,1	3,5	3,7	3,5	2,5
T24	1	1,7	3,8	1,8	3,5	2,8	3,3	2,9	3,9	3,8	1,7
T1	2	3,5	2,9	3,4	2,9	3,3	2,7	2,1	2,1	2,8	3,2
T2	2	2,3	2,5	2,6	3,3	2,8	3,2	2,9	2,9	2,6	3,1
T3	2	3,4	3,0	2,9	2,4	4,1	3,0	2,9	1,5	2,1	2,1
T4	2	3,4	2,8	3,7	4,1	4,3	3,5	1,7	2,2	2,5	2,9
T5	2	4,1	3,9	3,1	3,4	2,7	3,2	2,8	3,5	2,9	3,1
T6	2	3,1	4,0	3,3	2,3	3,2	3,6	4,0	4,1	3,9	3,1
T7	2	4,0	3,4	3,6	3,1	3,1	2,7	3,3	3,8	2,9	2,6
T8	2	4,0	3,4	4,1	3,9	3,1	3,4	3,4	2,7	3,3	2,8
T9	2	3,8	2,9	2,6	2,3	4,1	3,9	3,1	3,8	3,2	3,7
T10	2	3,8	3,2	3,7	3,5	2,9	3,1	2,3	2,7	3,2	2,8
T11	2	4,0	2,3	3,4	3,8	3,2	3,7	3,3	2,3	3,2	2,3
T12	2	3,3	2,3	3,2	2,7	3,2	2,8	4,0	3,4	3,6	3,4
T13	2	3,2	3,5	2,6	3,4	4,0	3,2	2,7	2,3	3,2	2,3

T14	2	3,0	3,2	2,8	3,9	4,0	3,2	3,1	3,2	3,3	3,1
T15	2	3,5	3,4	2,3	3,3	4,0	2,7	2,8	3,5	2,9	3,3
T16	2	3,4	3,6	4,2	3,2	4,0	3,2	1,2	2,9	3,5	2,9
T17	2	3,1	2,8	4,1	2,8	3,0	3,0	3,2	3,1	3,5	2,9
T18	2	2,9	2,9	3,7	2,9	3,1	3,2	2,5	3,6	3,2	2,9
T19	2	2,0	2,5	4,3	2,5	3,9	3,8	4,3	3,5	3,0	2,0
T20	2	2,1	3,3	3,3	3,4	3,9	2,3	2,9	2,0	2,3	3,5
T21	2	1,5	3,2	3,2	3,3	3,4	3,9	2,8	2,8	2,9	2,7
T22	2	2,6	3,0	3,2	3,0	3,5	2,9	4,2	4,0	3,7	2,4
T23	2	2,1	1,8	2,8	2,9	3,5	3,2	3,2	2,6	2,9	2,5
T24	2	2,2	2,9	3,6	2,9	3,2	2,8	3,1	2,3	3,2	2,2
T1	3	3,5	2,9	3,4	2,9	3,3	2,7	2,1	2,1	2,8	3,2
T2	3	2,3	2,5	2,6	3,3	2,8	3,2	2,9	2,9	2,6	3,1
T3	3	3,4	3,0	2,9	2,4	4,1	3,0	2,9	1,5	2,1	2,1
T4	3	3,4	2,8	3,7	4,1	4,3	3,5	1,7	2,2	2,5	2,9
T5	3	2,3	4,0	2,7	3,2	4,0	3,4	3,6	3,8	3,2	3,7
T6	3	3,5	2,9	3,1	3,8	3,2	3,7	4,0	3,3	2,3	3,2
T7	3	4,0	3,4	3,6	4,0	4,1	3,9	3,1	2,3	3,2	4,0
T8	3		2,3	3,3	2,3	3,2	4,0	3,4	3,6	2,9	3,1
T9	3	3,8	3,2	3,7	4,0	2,7	3,2	2,8	4,0	3,4	3,6
T10	3		4,1	3,9	3,1	2,3	3,3	2,3	3,2	4,0	2,3
T11	3	2,7	3,2	2,8	4,1	3,9	3,1	3,2	2,7	3,2	2,8
T12	3	4,0	2,3	3,5	2,9	3,1	4,0	3,4	3,6	3,5	2,8
T13	3	3,2	3,5	2,6	3,4	4,0	3,2	2,7	2,3	3,2	2,3
T14	3	3,0	3,2	2,8	3,9	4,0	3,2	3,1	3,2	3,3	3,1
T15	3	3,5	3,4	2,3	3,3	4,0	2,7	2,8	3,5	2,9	3,3
T16	3	3,4	3,6	4,2	3,2	4,0	3,2	1,2	2,9	3,5	2,9
T17	3	2,1	2,9	3,0	3,7	3,3	3,0	3,6	2,9	2,8	3,6
T18	3	2,6	3,3	3,8	3,2	2,5	4,2	2,3	3,7	3,7	2,5

T19	3	3,4	2,6	3,5	2,6	3,1	3,1	3,2	3,5	3,5	3,4
T20	3	2,8	2,8	4,2	2,8	3,5	3,1	3,7	3,4	3,2	3,8
T21	3	2,1	2,0	3,0	2,7	3,6	3,2	3,9	3,9	3,5	3,3
T22	3	3,6	3,1	3,0	2,9	3,1	3,0	3,4	3,4	2,8	3,2
T23	3	1,9	2,6	2,4	3,5	2,6	2,7	3,6	3,8	3,1	3,5
T24	3	2,5	2,6	3,2	3,4	2,8	2,0	3,2	3,1	3,4	2,5

## Firmeza

TRAT	REP	1 día	2 día	3 día	4 día	5 día	6 día	7 día	8 día	9 día	10 día
T1	1	114,1	114,6	137,8	129,0	110,9	90,4	128,8	97,6	114,6	78,9
T2	1	128,8	99,2	123,6	108,7	96,4	120,7	108,2	110,3	99,2	97,6
T3	1	108,2	112,5	150,3	124,2	109,6	104,5	120,2	98,6	112,5	110,3
T4	1	120,2	141,0	121,7	112,2	105,9	82,4	114,1	102,5	141,0	97,5
T5	1	114,0	90,4	97,0	91,1	126,9	78,9	125,6	78,9	106,3	120,2
T6	1	131,2	110,9	78,9	120,3	125,6	97,6	104,9	97,6	114,9	125,6
T7	1	78,9	78,9	97,6	81,6	104,9	110,3	156,6	110,3	156,6	104,9
T8	1	97,6	97,6	110,3	130,0	110,9	97,5	107,3	104,9	107,3	116,1
T9	1	134,7	110,3	97,5	124,9	156,6	104,9	102,5	116,1	102,5	84,9
T10	1	108,7	156,6	104,9	78,9	107,3	116,1	110,9	84,9	78,9	107,3
T11	1	124,2	107,3	116,1	97,6	102,5	84,9	128,8	97,6	97,6	102,5
T12	1	112,2	102,5	84,9	110,3	110,9	124,9	124,2	109,6	110,3	124,9
T13	1	136,1	102,6	116,0	98,6	116,2	117,2	144,1	138,8	97,5	115,1
T14	1	100,2	93,5	110,0	102,5	114,0	172,7	124,7	140,1	122,8	100,2
T15	1	86,2	139,0	102,6	119,0	128,7	73,2	96,7	135,8	132,9	87,8
T16	1	110,9	119,6	118,3	139,4	120,0	183,7	160,1	93,5	111,6	111,3
T17	1	114,0	134,5	137,8	144,5	108,5	120,5	125,1	132,7	122,7	124,0
T18	1	131,2	133,7	107,1	143,7	106,3	95,5	135,6	144,6	144,6	122,2
T19	1	78,9	106,3	120,2	106,3	98,1	97,9	148,9	84,6	123,6	87,6

T20	1	97,6	90,4	97,0	90,4	97,0	91,1	126,9	103,7	103,1	97,7
T21	1	110,3	120,7	126,2	124,0	114,8	108,3	114,6	114,6	124,6	116,1
T22	1	110,3	104,5	92,6	117,5	89,9	119,7	117,4	99,2	132,5	115,2
T23	1	104,1	82,4	137,6	82,4	107,8	101,7	127,9	112,5	100,7	114,1
T24	1	105,7	145,6	114,9	125,6	131,8	98,9	133,0	141,0	121,0	105,7
T1	2	114,1	114,6	137,8	129,0	110,9	90,4	128,8	97,6	114,6	78,9
T2	2	128,8	99,2	123,6	108,7	96,4	120,7	108,2	110,3	99,2	97,6
T3	2	108,2	112,5	150,3	124,2	109,6	104,5	120,2	98,6	112,5	110,3
T4	2	120,2	141,0	121,7	112,2	105,9	82,4	114,1	102,5	141,0	97,5
T5	2	112,0	120,7	126,2	124,0	124,2	109,6	124,9	114,0	116,1	170,7
T6	2	110,3	78,9	124,2	109,6	114,0	78,9	120,7	126,2	124,0	156,6
T7	2	104,1	97,6	78,9	124,2	109,6	97,6	104,9	125,6	78,9	107,3
T8	2	96,4	110,3	97,6	104,9	156,6	110,3	116,1	104,9	97,6	102,5
T9	2	109,6	104,9	110,3	116,1	107,3	104,9	84,9	156,6	110,3	114,0
T10	2	105,9	116,1	156,6	84,9	102,5	116,1	78,9	107,3	104,9	78,9
T11	2	129,0	84,9	107,3	116,1	170,7	84,9	97,6	102,5	116,1	97,6
T12	2	116,1	170,7	102,5	120,7	126,2	124,0	110,3	114,0	84,9	110,3
T13	2	136,1	102,6	116,0	98,6	116,2	117,2	144,1	138,8	97,5	115,1
T14	2	100,2	93,5	110,0	102,5	114,0	172,7	124,7	140,1	122,8	100,2
T15	2	86,2	139,0	102,6	119,0	128,7	73,2	96,7	135,8	132,9	87,8
T16	2	110,9	119,6	118,3	139,4	120,0	183,7	160,1	93,5	111,6	111,3
T17	2	137,5	102,9	142,6	106,7	105,5	100,2	136,9	145,5	145,5	127,5
T18	2	120,3	121,9	91,9	121,9	107,5	111,0	137,8	127,4	129,4	170,3
T19	2	81,6	116,7	90,0	126,7	124,9	115,4	123,6	119,2	129,2	85,7
T20	2	130,0	101,6	84,4	123,6	105,3	101,3	150,3	136,1	135,3	143,0
T21	2	128,8	159,3	159,0	119,0	150,6	117,7	121,7	121,7	131,7	117,0
T22	2	128,8	95,1	156,6	97,1	117,1	104,9	109,3	90,2	141,3	118,8
T23	2	108,2	127,3	107,3	125,3	125,5	103,5	105,0	101,3	115,5	105,2
T24	2	120,2	153,5	102,5	155,8	108,9	100,8	123,3	112,4	122,4	120,2

T1	3	114,1	114,6	137,8	129,0	110,9	90,4	128,8	97,6	114,6	78,9
T2	3	128,8	99,2	123,6	108,7	96,4	120,7	108,2	110,3	99,2	97,6
T3	3	108,2	112,5	150,3	124,2	109,6	104,5	120,2	98,6	112,5	110,3
T4	3	120,2	141,0	121,7	112,2	105,9	82,4	114,1	102,5	141,0	97,5
T5	3	136,1	156,6	116,1	170,7	114,0	124,2	109,6	120,7	126,2	124,0
T6	3	100,2	107,3	78,9	120,7	126,2	124,0	114,0	78,9	116,1	170,7
T7	3	86,2	102,5	97,6	104,9	125,6	156,6	104,9	97,6	156,6	114,0
T8	3	110,9	104,9	110,3	116,1	104,9	107,3	116,1	110,3	107,3	104,9
T9	3	136,1	116,1	97,5	84,9	114,0	102,5	84,9	125,6	102,5	116,1
T10	3	100,2	84,9	78,9	78,9	104,9	78,9	114,0	104,9	78,9	84,9
T11	3	86,2	125,6	97,6	97,6	116,1	97,6	116,1	170,7	97,6	125,6
T12	3	110,9	104,9	110,3	110,3	84,9	110,3	124,2	109,6	110,3	104,9
T13	3	136,1	102,6	116,0	98,6	116,2	117,2	144,1	138,8	97,5	115,1
T14	3	100,2	93,5	110,0	102,5	114,0	172,7	124,7	140,1	122,8	100,2
T15	3	86,2	139,0	102,6	119,0	128,7	73,2	96,7	135,8	132,9	87,8
T16	3	110,9	119,6	118,3	139,4	120,0	183,7	160,1	93,5	111,6	111,3
T17	3	96,4	154,2	92,9	154,2	97,1	133,9	129,0	139,3	139,4	99,5
T18	3	109,6	123,9	107,5	143,9	139,9	110,0	128,5	145,8	145,8	109,6
T19	3	105,9	133,0	131,3	133,0	99,4	126,6	156,2	123,6	113,6	97,9
T20	3	108,7	123,6	102,4	133,9	119,0	104,9	116,7	103,9	103,6	119,0
T21	3	129,0	156,6	153,8	129,0	128,4	116,1	170,7	170,7	133,7	123,4
T22	3	108,7	120,6	100,0	143,6	115,7	84,9	139,1	85,2	137,4	102,5
T23	3	124,2	109,6	149,4	119,6	137,8	94,4	143,8	107,4	111,8	114,5
T24	3	112,2	82,4	90,5	83,4	123,6	108,2	135,7	86,3	125,3	112,2

## Peso

TRAT	REP	1 día	2 día	3 día	4 día	5 día	6 día	7 día	8 día	9 día	10 día
T1	1	2,5	2,0	1,5	2,5	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5

T2	1	2,5	1,5	2,5	2,0	2,0	3,0	2,5	3,5	3,0	2,5
T3	1	2,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	2,0
T4	1	3,0	2,5	1,5	2,5	2,0	3,5	2,5	3,5	3,0	2,0
T5	1	1,5	2,0	3,5	2,5	3,0	2,5	3,5	2,5	3,5	3,0
T6	1	3,5	3,5	3,0	3,0	2,5	3,0	2,5	1,5	2,0	3,5
T7	1	3,5	3,5	3,0	2,5	3,5	3,5	3,0	3,0	2,5	1,5
T8	1	3,5	3,5	3,0	1,5	2,0	3,5	3,5	3,0	3,0	2,5
T9	1	1,5	2,0	3,5	3,5	3,5	3,0	2,0	2,5	3,5	3,0
T10	1	3,5	3,0	2,5	3,5	3,0	3,5	3,0	2,5	2,0	3,5
T11	1	2,5	2,0	3,5	3,5	3,0	3,0	2,5	1,5	3,5	3,0
T12	1	2,5	3,0	2,5	3,5	3,0	3,5	3,0	2,5	3,0	2,5
T13	1	2,0	2,5	1,5	3,5	3,5	1,0	2,5	1,5	2,5	1,5
T14	1	2,5	3,5	2,5	2,5	2,0	2,0	3,5	2,0	2,0	1,5
T15	1	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,5	3,5	2,5
T16	1	3,0	2,0	2,5	2,5	3,5	3,0	2,5	2,5	1,5	2,5
T17	1	3,5	3,0	2,0	3,0	3,5	2,5	2,0	2,0	2,5	2,5
T18	1	3,5	3,0	2,5	3,0	3,0	2,5	3,0	2,5	2,5	1,5
T19	1	3,5	2,5	2,0	2,5	3,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5
T20	1	2,0	2,0	2,5	2,0	2,0	1,5	3,0	2,5	2,5	1,5
T21	1	3,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	2,5
T22	1	3,5	3,5	3,5	2,5	3,5	2,5	2,5	2,0	2,5	2,5
T23	1	3,0	2,5	2,5	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5
T24	1	2,0	3,5	1,5	3,0	1,5	2,0	2,0	3,0	2,5	2,0
T1	2	2,5	2,0	1,5	2,5	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5
T2	2	2,5	1,5	2,5	2,0	2,0	3,0	2,5	3,5	3,0	2,5
T3	2	2,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	2,0
T4	2	3,0	2,5	1,5	2,5	2,0	3,5	2,5	3,5	3,0	2,0
T5	2	3,5	3,5	3,0	3,5	2,5	3,5	2,5	2,5	2,0	3,5
T6	2	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	2,0	3,5	3,5	3,0

T7	2	3,5	3,5	3,0	1,5	2,0	2,0	3,5	2,0	2,5	2,5
T8	2	3,5	2,5	3,5	3,0	3,5	3,5	3,0	3,5	2,0	3,5
T9	2	2,5	3,0	2,5	3,0	2,5	1,5	1,5	1,5	2,0	3,5
T10	2	2,5	2,0	3,5	1,5	2,0	3,5	2,0	2,5	3,5	3,0
T11	2	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	3,0	2,0	2,5	3,5	2,0
T12	2	2,5	3,0	2,5	3,5	2,0	3,5	3,0	2,5	2,0	3,5
T13	2	2,0	2,5	1,5	3,5	3,5	1,0	2,5	1,5	2,5	1,5
T14	2	2,5	3,5	2,5	2,5	2,0	2,0	3,5	2,0	2,0	1,5
T15	2	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,5	3,5	2,5
T16	2	3,0	2,0	2,5	2,5	3,5	3,0	2,5	2,5	1,5	2,5
T17	2	3,0	3,0	2,5	2,5	3,5	2,0	2,5	2,0	2,0	2,0
T18	2	3,0	2,5	3,0	2,5	2,5	3,5	2,0	2,0	2,0	2,5
T19	2	3,6	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,0	1,5
T20	2	2,0	2,5	1,5	2,5	2,5	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0
T21	2	3,5	3,5	3,5	2,0	3,5	2,0	2,5	2,5	3,0	2,0
T22	2	2,5	3,5	2,5	3,0	3,0	2,0	3,5	2,5	2,0	2,0
T23	2	2,5	1,5	2,0	3,5	3,0	2,5	2,5	2,0	2,5	2,0
T24	2	1,5	2,5	2,5	3,5	2,5	2,0	1,5	2,5	2,5	1,5
T1	3	2,5	2,0	1,5	2,5	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5
T2	3	2,5	1,5	2,5	2,0	2,0	3,0	2,5	3,5	3,0	2,5
T3	3	2,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	2,0
T4	3	3,0	2,5	1,5	2,5	2,0	3,5	2,5	3,5	3,0	2,0
T5	3	3,6	3,0	1,5	1,5	2,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,0
T6	3	2,5	3,0	2,5	3,5	3,5	3,5	3,0	1,5	2,0	3,5
T7	3	2,5	3,5	3,0	2,0	2,5	2,5	3,5	2,0	2,5	2,5
T8	3	3,5	3,5	3,0	3,5	3,0	2,5	1,5	1,5	2,0	3,5
T9	3	1,5	3,5	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0
T10	3	2,5	2,0	3,5	2,5	3,5	3,0	2,0	2,5	2,5	1,5
T11	3	1,5	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5	2,0	3,5

T12	3	2,5	3,5	2,5	2,0	3,5	3,0	2,5	2,5	3,0	2,5
T13	3	2,0	2,5	1,5	3,5	3,5	1,0	2,5	1,5	2,5	1,5
T14	3	2,5	3,5	2,5	2,5	2,0	2,0	3,5	2,0	2,0	1,5
T15	3	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,5	3,5	2,5
T16	3	3,0	2,0	2,5	2,5	3,5	3,0	2,5	2,5	1,5	2,5
T17	3	3,0	3,5	2,5	3,5	3,0	3,0	3,5	3,0	3,5	2,0
T18	3	3,0	3,0	3,5	3,0	3,0	2,0	2,5	3,0	3,5	2,0
T19	3	3,6	3,0	1,5	3,0	3,0	2,0	2,5	1,5	3,0	2,5
T20	3	2,0	1,5	1,5	1,5	2,5	2,0	1,5	2,5	2,5	2,0
T21	3	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	2,5	2,5	2,5	2,0
T22	3	2,5	2,0	2,5	2,0	3,0	2,0	3,0	2,5	3,0	2,5
T23	3	2,5	2,5	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	2,5	1,5
T24	3	1,5	2,5	1,5	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	3,0	2,0

#### Anexo 4. Fotografías



**Fotografía 1. Elaboración de las dosis de ozono**



**Fotografía 2. Medidor de ozono Palintest**



**Fotografía 3. Toma de datos de pH**



**Fotografía 4. Toma de datos de sólidos totales**



**Fotografía 5. Toma de datos de peso de frutos**



**Fotografía 6. Clasificación de frutos por índice de color**



**Fotografía 7. Clasificación de frutos por índice de color**