



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DE AGUA OZONIFICADA A DOS DOSIS
EN PITAHAYA”.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo.

Autor:

Samaniego Izurieta Christian Paul

Tutora:

Ing. Mg. Sc. Parra Gallardo Giovana Paulina

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Samaniego Izurieta Christian Paul, con cédula de ciudadanía No. 1600613481, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “EVALUACION DE LA APLICACIÓN DE AGUA OZONIFICADA A DOS DOSIS EN PITAHAYA”, siendo la Ingeniera Mg. Sc 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, 07 de marzo del 2022

Sr. Samaniego Izurieta Christian Paul

Estudiante

CC: 1600613481

Ing. Mg. Sc Giovana Paulina Parra Gallardo

Docente Tutor

CC: 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 **Samaniego Izurieta Christian Paul**, identificada con cédula de ciudadanía **1600613481** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **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 “EVALUACION DE LA APLICACIÓN DE AGUA OZONIFICADA A DOS DOSIS EN PITAHAYA”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

1. Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2016 - Marzo 2017

Finalización de la carrera: Abril 2021 – Agosto 2021

Aprobación en Consejo Directivo: 20 de mayo del 2021

Tutora: Ing. Mg. Sc Giovana Paulina Parra Gallardo

Tema: “EVALUACION DE LA APLICACIÓN DE AGUA OZONIFICADA A DOS DOSIS EN PITAHAYA”

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

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **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, entro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA 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 la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 13 días del mes de agosto del 2021.

Sr. Samaniego Izurieta Christian Paul

LA CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACION DE LA APLICACIÓN DE AGUA OZONIFICADA A DOS DOSIS EN PITAHAAYA”, de Samaniego Izurieta Christian Paul 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, 07 de Marzo del 2022

Ing. Mg. Sc Giovana Paulina Parra Gallardo

DOCENTE TUTOR

CC: 1802267037

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Samaniego Izurieta Christian Paul, con el título del Proyecto de Investigación “EVALUACION DE LA APLICACIÓN DE AGUA OZONIFICADA A DOS DOSIS EN PITAHAYA”, 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, 07 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mg. Paolo Chasi Vizquete

CC: 0502409725

Lector 2

Ing. Mg. Tapia Borja Alexandra Isabel

CC: 0502661754

Lector 3

Ing. Mg. Marin Quevedo Karina

CC: 0502672934

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme crecer y darme la sabiduría para continuar con mis estudios y plasmar mis tan anhelados sueños

Agradezco de manera profunda a toda mi familia quien tuvo esta magnífica ideal de tema de tesis y me apoyado durante el desarrollo del proyecto

Agradezco a la Ing. Mg. Sc Giovana Paulina Parra Gallardo su conocimiento y por su asesoría durante este proyecto de titulación.

A todos mis maestros de la vida, que ellos me dieron las pautas suficientes para lograr este camino.

A mis amigos con los que compartí esta etapa de la vida y con quienes me llevo como una hermandad siempre creceremos juntos

A la Universidad Técnica de Cotopaxi quien me apoyo y confió en mí. Hoy esto es gracias a ustedes.

Un sincero Dios les pague a todos.

Samaniego Christian

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero dedicar este trabajo a Dios por permitirme llegar hasta el final de esta etapa y cumplir con lo que soñé un día por cuidarme todos los días desde que inicié esta carrera.

Dedico de una manera muy especial e importante a mis padres, quienes son mi inspiración para cumplir mis metas, por tenerme paciencia, brindarme su amor incondicional y ser un gran ejemplo para ser una persona profesional con valores que supieron enseñarme gracias de todo corazón.

Mis hermanos, el lazo que jamás se romperá quien me ayudo y me motivo a no errar, y cumplir mi meta.

Samaniego Christian

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACION DE LA APLICACIÓN DE AGUA OZONIFICADA A DOS DOSIS EN PITAHAYA”,

AUTOR:

Samaniego Izurieta Christian Paul

RESUMEN

En el presente proyecto de investigación, se aplicó agua ozonificada a concentraciones 0.3 ppm y 0.5 ppm sobre la pitahaya como tratamiento de pre y poscosecha, teniendo como objetivo conocer la influencia de aplicación de agua ozonificada en el comportamiento poscosecha de pitahaya. Para lo cual se recolectó aleatoriamente pitahayas de 200 plantas aproximadamente. El experimento se llevó a cabo en el Edén, Parroquia Tres Juanes perteneciente al Cantón Palora- Las frutas fueron recolectadas en tres índices de cosecha: primero, tercero y sexto grado según lo establecido en la tabla 10. El agua ozonificada se aplicó en precosecha (1 día antes de la cosecha) y en pos cosecha utilizando una bomba de mochila.

La medición del parámetro en poscosecha se desarrolló bajo parámetros ambientales en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología de la Universidad Técnica de Cotopaxi. El ensayo estuvo constituido por 18 tratamientos de los cuales 6 se utilizaron como testigo. El control se realizó por mente y durante 21 días se midieron los siguientes parámetros físicos químicos: pH, sólidos solubles totales, humedad, peso y firmeza.

Al evaluar los datos recolectados de cada monitoreo, los resultados, se determinó que el índice de cosecha es irrelevante en la aplicación de ozono, a menos que se utilice la variable de control el pH, se debe utilizar un índice de 6 para obtener el pH adecuado de a la comercialización. Que la concentración optima es 0,5ppm es óptimo debido que existe mayor control al momento sobre la incidencia de enfermedades. Finalmente, la mejor etapa es poscosecha ya que presenta menor incidencia de enfermedades en comparación a los testigos esto se debe a la exposición que mantuvo el agua ozonificada con las frutas. Es recomendable que la concentración del ozono sea mayor a

0,5ppm cuando se aplique sobre pitahaya considerando la cobertura gruesa que posee y que el tiempo de contacto sea mayor y completo.

PALABRAS CLAVE: Ozono, Pitahaya, Madurez, concentración, cosecha.

ABSTRACT

In this research project, ozone was applied at different concentrations 0.3 ppm and 0.5 ppm on pitahaya as a pre- and post-harvest treatment, with the objective of knowing the incidence of ozone on pitahaya in relation to its persistence. For which pitahayas of approximately 200 plants were collected randomly in El Edén, Tres Juanes parish belonging to the Palora canton; These pitahayas presented three important characteristics in relation to the degree of maturity, that is, first, third and sixth grade. Regarding the use of ozone, it was carried out in the following way: in pre-harvest, fumigation was carried out using a backpack pump one day before harvest in the previously selected plants. later, in the postharvest, the ozone was placed once the fruit was harvested.

The measurement of the parameter in postharvest was developed under environmental parameters in the facilities of the Microbiology Laboratory of the Technical University of Cotopaxi. The trial consisted of 18 treatments, of which 6 were used as controls. The control was carried out by mind and the following physical-chemical parameters were measured for 21 days: pH, total soluble solids, humidity, weight and firmness.

When evaluating the data collected from each monitoring, the results, it was determined that the harvest index is irrelevant in the application of ozone, unless the control variable pH is used, an index of 6 should be used to obtain the pH suitable for marketing. That the optimal concentration is 0.5ppm is optimal because there is greater control at the moment over the incidence of diseases. Finally, the best stage is post-harvest, since it has a lower incidence of diseases compared to the controls, this is due to the exposure that kept the ozonated water with the fruits. It is recommended that the ozone concentration be greater than 0.5ppm when applied to pitahaya, considering the thick coverage it has and that the contact time be greater and complete.

Keywords: Ozone, Pitahaya, Maturity, concentration, harvest.

CONTENIDO

1.INFORMACIÓN	GENERAL
.....	¡Error! Marcador no definido.
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:	1
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	2
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
6. OBJETIVOS.....	4
6.1. Objetivo General	4
6.2. Objetivos Específicos	4
7. ACTIVIDADES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
8.1. Cultivo de Pitahaya	6
8.1.1. Historia y Origen	6
8.2. Morfología de la planta.	7
1. Fuente:PROCOMER & BID, n.d.....	7
8.2.1. Raíces:	7
8.2.2. Vainas:	8
8.2.3. Flor y fruto:	8
8.3. Variedad de Pitahaya	9
8.3.1. Las variedades de pitahaya son:.....	9
2. Fuente: Huertos -Y- Mas, 2020.....	10
3. Fuente: Huertos -Y- Mas, 2020.....	10
4. Fuente: Huertos -Y- Mas, 2020.....	10
5. Fuente: Huertos -Y- Mas, 2020.....	10

6.	Fuente: Huertos -Y- Mas, 2020.....	10
8.4.	<i>Características físico-químicas del fruto</i>	10
8.5.	<i>Cosecha</i>	12
8.6.	<i>Post cosecha</i>	13
8.7.	<i>Parámetros físico químicos</i>	14
8.7.1.	pH.....	14
8.8.	<i>Principios de la conservación de Frutas</i>	14
8.8.1.	Métodos de preservación por periodos cortos:.....	14
✓	Refrigeración.	14
✓	Almacenaje refrigerado con atmosfera modificada.	14
✓	Condiciones especiales para el almacenamiento.	14
✓	Sistema con relación al embalaje que involucren cambios en la atmosfera.....	14
8.8.2.	Métodos de preservación por acción química	14
8.8.3.	Método de preservación por tratamientos físico	14
8.9.	<i>Diferencia entre ozonización y cloración</i>	15
8.10.	<i>Tratamiento en poscosecha con Ozono sobre frutas y verduras</i>	15
8.11.	<i>Aplicación en la industria de Frutas o Verduras</i>	16
8.12.	<i>Generación de Ozono</i>	17
8.12.1.	Celdas generadoras de ozono	17
7.	17	
8.12.2.	Parámetros de control para la generación de ozono	17
9.	Hipótesis.....	19
9.1.	<i>Hipótesis Nula</i>	19

9.2.	<i>Hipótesis Alternativa</i>	19
9.3.	<i>Regla para el planteamiento de la hipótesis</i>	19
9.4.	<i>Señalamiento de variables de la hipótesis</i>	19
9.4.1.	Variable independiente	19
9.4.2.	Variable dependiente.	19
10.	METODOLOGÍA	20
10.1.	<i>Enfoque, modalidad y tipo de investigación</i>	20
10.1.1.	Enfoque.....	20
10.2.	<i>Modalidad</i>	20
10.2.1.	De Campo	20
10.2.2.	Experimental	20
10.3.	<i>Tipo de investigación</i>	20
10.4.	<i>Características del Sitio Experimental</i>	20
10.4.1.	Ubicación del ensayo:	20
10.4.2.	Ubicación política.....	21
10.4.3.	Ubicación geográfica	21
10.4.4.	Condiciones Agroecológicas	21
10.5.	<i>Materiales</i>	21
10.6.	<i>Características del ensayo</i>	22
10.7.	<i>Unidad Experimental</i>	22
10.8.	<i>Muestreo de la Materia Prima</i>	23
10.9.	<i>Aplicación del ozono</i>	23
10.10.	<i>Desarrollo</i>	24

10.11.	<i>Parámetros físico- químicas a evaluar de la pitahaya.....</i>	24
10.11.1.	Porcentaje de peso	24
10.11.2.	Humedad.....	25
10.12.	<i>Sólidos Solubles totales</i>	26
10.13.	<i>Firmeza</i>	26
10.14.	<i>pH.....</i>	26
10.15.	<i>Índice de enfermedades.....</i>	26
10.16.	<i>Factores en estudio</i>	27
10.16.1.	Testigo	27
10.17.	<i>Diseño Experimental.....</i>	28
✓	Modelo matemático.....	28
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	30
11.1.	<i>Lugar de Muestreo.....</i>	30
11.2.	<i>Índice de Enfermedades.....</i>	30
11.2.1.1.	<i>Prueba de Tukey para la variable de la incidencia de enfermedades, en la medición de los días 5 y 6 Factor C</i>	<i>31</i>
11.3.	<i>Humedad</i>	33
11.3.1.	<i>Análisis de la varianza (ANOVA) para humedad</i>	33
11.3.1.1.	<i>Prueba de Tukey para la variable humedad Dia 1 interacción triple (A*B*C)</i>	<i>35</i>
11.3.1.2.	<i>Prueba de Tukey para la variable Humedad Medición 2 factor A.....</i>	<i>36</i>
11.3.1.3.	<i>Prueba de Tukey para la variable de Humedad en el día 2 factor C</i>	<i>36</i>
11.3.1.4.	<i>Prueba de Tukey para la variable Humedad Medición 3 interacción triple (A*B*C)</i>	<i>37</i>

11.3.1.5.	<i>Prueba de Tukey para la variable Humedad Medición 4 interacción doble (B*C)</i>	38
11.3.1.6.	<i>Prueba de Tukey para la variable Humedad día 5 Factor A</i>	38
11.4.	<i>Firmeza</i>	39
11.4.1.	Análisis de varianza (ANOVA) para Firmeza	39
Tabla 21: Análisis de varianza (ANOVA) para firmeza.		40
11.4.1.1.	<i>Prueba de Tuckey para la variable de firmeza valor $p= 0,05$, $DMS=0,97622$</i>	40
11.5.	<i>Análisis de peso.</i>	41
11.6.	<i>Sólidos Solubles Totales (SST=grados Brix)</i>	43
11.6.1.	<i>Análisis de la ANOVA para sólidos solubles totales (°brix).</i>	43
11.6.1.1.	<i>Prueba de Tukey para la variable SST en el día 3 Interacción triple (A*B*C)</i>	44
11.6.1.2.	<i>Prueba de Tukey para la variable SST día 5 efecto del factor A</i>	45
11.6.1.3.	<i>Prueba de Tukey para la variable SST día 6 interacción doble (A*B)</i>	46
11.7.	<i>pH</i>	46
11.7.1.	Análisis de varianza (ANOVA) para el pH	46
11.7.1.1.	<i>Prueba de Tukey para la variable de pH Medición 1 Factor C</i>	47
11.7.1.2.	<i>Prueba de Tukey para la variable pH día 2 Interacción doble (A*C)</i>	48
11.7.1.3.	<i>Prueba de Tukey para la variable de pH día 2 Factor B</i>	48
11.7.1.4.	<i>Prueba de Tukey para la variable de pH día 4 interacción triple (A*B*C)</i>	49
11.7.1.5.	<i>Prueba de Tukey para la variable de pH día 5 Factor A</i>	50
11.7.1.6.	<i>Prueba de Tukey para la variable de pH día 6 Interacción doble (A*B)</i>	51
11.8.	<i>Comprobación de la hipótesis:</i>	51
12.	IMPACTOS	52
12.1.	<i>Impacto Social</i>	52

13.	Presupuesto para la elaboración del proyecto	53
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
14.1.	CONCLUSIONES	54
14.2.	RECOMENDACIONES	54
15.	BIBLIOGRAFÍA	86
16.	ANEXOS.....	1

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades por objetivo	6
Tabla 2. Descriptores fisicoquímicos y proximales de la pitahaya.	13
Tabla 3. Características físico- químicas de la pitahaya cultivada en dos eco-tipos de pitahaya	15
Tabla 4. Peso de la pitahaya de acuerdo al calibre	16
Tabla 5. Diferencia entre ozonización y cloración	17
Tabla 6. Materiales y equipos a utilizar	25
Tabla 7. Materiales y equipos a utilizar	24
Tabla 8. Tratamientos utilizados en el ensayo experimental	29
Tabla 8. Análisis del índice de enfermedades	32
Tabla 9. Análisis del índice de enfermedades con relación al factor C	33
Tabla 10. Prueba de Tukey para el índice de enfermedades de acuerdo a la dosis factor A:	34
Tabla 11. Prueba de Tukey para el índice de enfermedades de acuerdo a la dosis * Etapa factor A*B	35
Tabla 12. Análisis de la varianza (ANOVA) para humedad	35
Tabla 13. Prueba de Tukey para la variable humedad Medición 1 interacción triple (A*B*C)....	37
Tabla 14 Prueba de Tukey para la variable Humedad Medición 2 factor A	38
Tabla 15 Prueba de Tukey para la variable Humedad Medición 2 factor C	38
Tabla 16: Prueba de Tukey para la variable Humedad Medición 3 interacción triple (A*B*C)...	39
Tabla 17. Prueba de Tukey para la variable Humedad Medición 4 interacción doble (B*C)	40
Tabla 18. Prueba de Tukey para la variable Humedad día 5 Factor A	41
Tabla 19. Análisis de varianza (ANOVA) para firmeza.	42
Tabla20: Prueba de Tuckey para la variable firmeza	42
Tabla 21. Análisis de la varianza de peso	43
Tabla 22. Prueba Tukey del porcentaje en peso en el día 3 factor A* Factor B	43
Tabla 23. Prueba Tukey del porcentaje en peso en el día 3 factor A* Factor B	44
Tabla 24. Prueba de tuckey para la variable de % peso valor en el día 3 factor A* Factor B.....	45
Tabla 25. Análisis de la ANOVA para sólidos solubles totales (°brix)	45
Tabla 26. Prueba de Tukey para la variable SST en el día 3 con Interacción triple (A*B*C)	46
Tabla 27. Prueba de Tukey para la variable SST día 5 efecto del factor A	47

Tabla 28: Prueba de Tukey para la variable SST día 6 interacción doble (A*B).....	48
Tabla 29: Prueba de Análisis de varianza (ANOVA) para el pH.....	48
Tabla 30. Prueba de Tukey para la variable de pH día 1 Factor C.....	49
Tabla 31 Prueba de Tukey para la variable de pH día 2 Interacción doble (A*C).....	50
Tabla 32. Prueba e Tukey para la variable de pH Dia 2 Factor B.....	50
Tabla 33. Prueba e Tukey para la variable de pH Dia 4 Factor A*B*C.....	52
Tabla 34: Prueba de Tukey para la variable de pH día 5 Factor A	53
Tabla 35: Prueba de Tukey para la variable de pH día 6 Interacción doble (A*B).....	53
Tabla 36. Factores de estudio vs Variables de interés.....	54
Tabla 37. Presupuesto	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de pitahaya	9
Figura 2, Vainas- Pitahaya	10
Figura 3. Botón Floral	10
Figura 4. Pitahaya Rosa	12
Figura 5. Pitahaya Lisa	12
Figura 6. Pitahaya Cebra	12
Figura 7. Pitahaya Orejona	12
Figura 8. Pitahaya Amarilla	12
Figura 9. Tabla de color de pitahaya amarilla según la Norma Técnica Colombiana NTC- 3554,1996	14
Figura 10. Ubicación del muestreo.	24
Figura 11. Croquis del muestreo de la pitahaya en campo – El Edén Cantón Palora	25

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Recolección de Materia Prima	26
Fotografía 2: Elaboración de Ozono	27
Fotografía 3: Pitahaya de poscosecha aplicada ozono	27
Fotografía 4: Medición del peso de la pitahaya	28
Fotografía 5: Secado de la pitahaya, para determinar la humedad	28
Fotografía 6: Medición de los Solidos Solubles de la pitahaya.	29
Fotografía 7 Pitahaya Recolectadas – El Edén Cantón-Palóra	34

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Índice de enfermedades (Dosis de ozono).....	34
--	-----------

ANEXOS

Anexo A Unidad de análisis testigo en el día 15,

86

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

La finalidad de la presente investigación fue emplear, recopilar y determinar el efecto que posee la aplicación del agua ozonificada (0.3 y 0.5 ppm) sobre la pitahaya de cosecha como tratamiento de pre y poscosecha. Tomando en cuenta diferentes índices de cosecha al muestrear la pitahaya

El proyecto estuvo constituido con 18 tratamientos incluido los 6 testigos, por lo cual se recolectó 594 frutos de pitahayas de 200 plantas aproximadamente de forma seleccionada en el Edén, Parroquia Tres Juanes, perteneciente al cantón Palora. Luego, antes de la cosecha, se seleccionó la fruta con tres indicadores de cosecha, como la aplicación de agua con ozono (0,3 y 0,5 ppm), utilizando una bomba de mochila fumigada un día antes de la cosecha, en árboles previamente seleccionados. . De la misma manera, el material se ha aplicado al uso de agua ozonizada poscosecha (0,3 y 0,5 ppm), es decir, el agua ozonizada se coloca después de la cosecha de la fruta.

La fruta fue trasladada a las instalaciones del laboratorio de Agronomía, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en donde permaneció por 21 días, expuesta a factores climáticos ambientales, consecutivamente, el control y monitoreo de la pitahaya se ejecutó dos veces por semana, evaluando los parámetros físicos como pH, Solidos Solubles Totales, Peso entre otros.

Al evaluar los datos recolectados de cada monitoreo, los resultados, se determinó que el índice de cosecha es irrelevante en Para aplicaciones de ozono, a menos que se use un control de pH variable, se debe usar el índice 6 para obtener el pH apropiado para la comercialización. La concentración óptima de 0,5 ppm es óptima porque ahora hay un mejor control de la morbilidad. Finalmente, el mejor periodo fue la poscosecha, ya que tuvo menor incidencia de enfermedades que el testigo, esto se debió a la exposición que había mantenido. el agua ozonificada con las frutas. Es recomendable que la concentración del ozono sea mayor a 0,5ppm cuando se aplique sobre pitahaya considerando la cobertura gruesa que posee y que el tiempo de contacto sea mayor y completo.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el Ecuador se han cultivado varias especies de Pitahaya, como la roja y la amarilla, esta última es

atractiva por su apariencia externa, corteza de color amarillo con espinas y pulpa blanca aromática con pequeñas semillas negras. En la actualidad este cultivo se produce aproximadamente 850 hectáreas, en las provincias de Guayas, Morona Santiago, Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas(MAG, 2018).

Para el cultivo de la pitahaya se requieren factores especiales, es por ello que las regiones del Ecuador se dividen en sectores para la producción, es decir, donde la humedad relativa supera el 50%. Con el fin de ampliar y diversificar el mercado; instituciones públicas como PRO ECUADOR, Ministerio de Comercio, entre otras; Han establecido alternativas como ferias, boletines y más, para que la gente sepa que la pitahaya tiene un gran potencial de comercialización. (Huachi et al., 2015)

La pitahaya que van a ser exportadas es recolectada, cuando está presenta $\frac{1}{4}$ (pintonas) de coloración hasta $\frac{3}{4}$. No se debe permitir que las plantas maduren, ya que son susceptibles al ataque de plantas o enfermedades, producen variaciones fisiológicas y tienden a romperse fácilmente cuando se manipulan, se trituran durante el transporte o se reduce significativamente la vida útil. (Carolina & Bastidas, 2013).

Según Venta et al.,2010, mencionan que la aplicación del ozono a concentraciones relativamente bajas y tiempos de contacto cortos, permite la inactividad de microorganismos y garantiza la calidad del producto agrícola incrementando su resistencia al deterioro, reduciendo la tasa de respiración y producción de etileno (Guijarro et al., 2020), habiendo así una alternativa de tratamiento sustentable en la poscosecha de frutas.

Tomando en cuenta que la pitahaya es un cultivo climatérico y propenso a enfermedades (OIRSA, 2000). En este estudio se propuso la aplicación de agua ozonizada (0.3 y 0.5 ppm) sobre pitahaya como tratamiento pre y poscosecha en tres niveles de madurez, para evaluar el desarrollo físico y de enfermedades, como una alternativa sustentable. Siendo un impacto positivo y a su vez una base para la agricultura como avance en beneficio de la comercialización de pitahaya y para futuras investigaciones.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Los Beneficiarios directos del presente proyecto serán los grandes y pequeños productores dedicados a la comercialización de pitahaya, una alternativa viable como procesamiento sustentable, mejorando sus procesos de pre y poscosecha; mejorar la calidad de los productos para abastecer a los mercados nacionales e internacionales.

Por otro lado, los beneficiarios Indirectos, serán la Universidad Técnica de Cotopaxi y los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica a través del Proyecto de aplicación de Ozono líquido sobre pitahaya, serán beneficiados, con la base para el desarrollo de trabajos similares desde el punto de vista académico y/o investigativo.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La pitahaya amarilla es un fruto subtropical incluido en la familia de las Cactáceas. Es considerada una fruta exótica en países asiáticos, europeos, donde es consumida en fresco y además es utilizada en la preparación de platos gourmet (Páez, 2017). Sin embargo, la vida útil del fruto, disminuye cuando la temperatura y humedad aumentan, creando un ambiente que acelera la madurez de la pitahaya, siendo una problemática para el consumidor de acuerdo a sus estándares de adquisición y se convierte en un fruto adecuado para la proliferación de enfermedades.

En los últimos años la creciente demanda de la pitahaya en los mercados nacionales e internacionales han generado en el país proceso de expansión del cultivo (AGRO-PRODUCCION, 2016). Cabe recordar que Palora se ha convertido en el centro de producción de pitahaya que se distribuye y vende localmente. Actualmente en Palora se producen 12 millones de kilogramos de pitahaya de calidad; se estima que el 80% se exporta a los mercados de América del Norte, Europa y Asia (SENADI, 2018). No obstante, la intranquilidad del productor es cuando la pitahaya es cosechada en grado 5 y 6; puesto que su madurez esta al tope, generando un deterioro de forma rápida y el tiempo de exposición para la comercialización es mínimo.

En Hong Kong una unidad puede venderse hasta en 9 dólares (SENADI, 2018). A pesar de, la comercialización de este producto dentro y fuera del país, se mencionó que la problemática tiende hacer el tiempo en percha, es decir que el tiempo de la vida útil es limitado (AGRO-PRODUCCION, 2016). Puesto que, en el período de Poscosecha, los microorganismos patógenos causan podredumbre

en estos frutos y a su vez la variación de temperatura genera que la fruta madure con rapidez y pierda las características fisiológicas de la misma. De esta manera se reduce el valor comercial y genera pérdidas económicas.

Por lo expuesto anteriormente se plantea la siguiente interrogante;

¿Cómo influye la aplicación del agua ozonificada (0,3 y 0,5 ppm) sobre la pitahaya como tratamiento de pre y poscosecha en tres fases de madurez?

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Evaluar la aplicación del agua ozonificada (0,3 y 0,5ppm) sobre la pitahaya, como tratamiento de pre y poscosecha, en tres índices de cosecha.

5.2. Objetivos Específicos

- Determinar el mejor índice de cosecha, una vez aplicado el agua ozonificada de 0,3 o 0,5 ppm sobre las pitahayas.
- Determinar la mejor dosis ozono, para la aplicación en las pitahayas.
- Determinar la mejor etapa de aplicación de ozono de pitahaya.

6. ACTIVIDADES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades por objetivo

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Evaluar la aplicación del agua ozonificada (0,3 y 0,5ppm) sobre la pitahaya, como tratamiento de pre y poscosecha, en tres índices de cosecha.	Levantamiento de información la población de estudio de acuerdo a los grados de madurez. Preparar y Aplicar del ozono líquido. Recopilación de datos sobre las	Tramo sectorizado. Agua ozonificada preparado de acuerdo a metodología. Resultados obtenidos en el ensayo.	Croquis. Fotografía Base de Datos. Interpretación de resultados.

	características físico químicas de la pitahaya de acorde al tiempo. Comparación de los resultados obtenidos.	Evaluación de Resultados obtenidos en la investigación	
Determinar el mejor índice de cosecha, una vez aplicado el agua ozonificada de 0,3 o 0,5 ppm sobre las pitahayas.	Identificación y Recolección de pitahayas que presenten características de primer, tercer y sexto grado, de madurez. Aplicación de ozono de 0,3 y 0,5 ppm sobre las pitahayas seleccionadas. Recopilar y analizar la información obtenida.	Tramo sectorizado. Agua ozonificada preparado. Base de Datos	Croquis Fotografía. Tabla de resultados
Determinar la mejor dosis ozono, para la aplicación en las pitahayas.	Aplicación de ozono de 0,3 y 0,5 ppm sobre las pitahayas seleccionadas. Recopilar y analizar la información obtenida.	Pitahayas aplicadas ozono a diferentes concentraciones Base de Datos	Fotografía. Tabla de resultados
Determinar la mejor etapa de aplicación de ozono de pitahaya	A través de los resultados obtenidos se selecciona la época optima.	Análisis de resultados a través de tablas	Tablas de resultados

Fuente: Proyecto de Investigación

Elaborado por: Samaniego, C. 2022

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1.Cultivo de Pitahaya

7.1.1. Historia y Origen

América Latina cuenta con un sin número de recursos endémicos, que han sido empleados frecuentemente en el último siglo, con la finalidad de mejorar la calidad de vida, y se han clasificado según la utilidad que podrían generar en maderables, medicinales o comestibles (OIRSA, 2000).

En los años 1527 en Nicaragua se realizó por primera vez la descripción de la pitahaya. Originaria de América tropical, siendo México, Centro América y el Caribe los lugares que presentan el mayor número de especies.(OIRSA, 2000) Se ha producido desde hace muchos años, creciendo en los patios de las casas en el área rural, en ese entonces el área de siembra era reducida muy poco afectada por plagas y enfermedades(Huachi et al., 2015) (Páez, 2017).

Tradicionalmente, se cultivó en las faldas del volcán Masaya a orillas del cráter humeante del Santiago(OIRSA, 2000). Actualmente la producción se ha extendido en todo el Pacífico del país y de la región central, donde se ponen en práctica diferentes sistemas de producción.

En Colombia, la pitahaya es fundamental para el sector económico, ya que se adapta fácilmente a diferentes climas y tiene una importante demanda de consumo, tanto a nivel nacional como internacional.

Varias especies de pitahaya importadas de Colombia se cultivaron originalmente en Ecuador, pero hace unos años *Cereus* sp. (Cactaceae) está registrada por el Banco Central del Ecuador (Banco Central del Ecuador, 2012) nativa en el sector del Cantón de Palora, Provincia Morona Santiago (Cobos, 2007); de acuerdo a la recolección botánica realizada en el cantón Nanegal provincia de Pichincha, las muestras de pitahaya recolectadas fueron identificadas y certificadas por el Herbario de la Universidad Católica del Ecuador (PUCE) (Huachi et al., 2015).

El cultivo de pitahaya requiere factores ambientales específicos, los cuales pueden ser cultivados en campos específicos del Ecuador ya que brindan características agronómicas y climáticas ideales que afectan directamente la calidad de la fruta. Este método de cultivo requiere un clima sub-cálido y húmedo, temperatura ambiente, humedad relativa superior al 50% y formación ecológica de bosques húmedos de tierras bajas. .(Huachi et al., 2015; Ramón-Sabando et al., 2020)

En la actualidad la modelación financiera para estimar volúmenes de exportación de Pitahaya y que presentaron un mayor ajuste fueron las series de tiempo y el modelo de la regresión lineal (Ramón-Sabando et al., 2020). Estas plantaciones se establecieron con árboles de la huerta familiar y en menor medida con plantas silvestres, por lo que la heterogeneidad del material genético de la huerta fue un problema importante. Los frutos varían en forma, tamaño, color, número y tamaño de brácteas; y contenido de sólidos disueltos. La agricultura es una actividad económica rentable en las zonas rurales donde las condiciones climáticas son favorables y edáficas no son favorables para otros cultivos, debido a la escasez de agua y a las características edáficas de pedregosidad y baja capacidad nutrimental. (Castillo-Martínez et al., 2005)

7.2.Morfología de la planta.

La pitahaya es una planta perenne que requiere de soporte o tutor en cultivo, ya que la arquitectura de la planta no le permite sostenerse a sí misma. El sistema radical está constituido por una raíz.

Figura 1.Planta de pitahaya



1.Fuente:PROCOMER & BID, n.d.

7.2.1. Raíces:

Tienden hacer superficiales hasta unos 15 cm de profundidad en el suelo, con un crecimiento de forma paralelo a la superficie. Las plantas desarrollan raíces de sostén que brotan de las vainas y que se adhiere al tutor muerto o vivo. (OIRSA, 2000)

7.2.2. Vainas:

Tienden a ser de forma triangular o aristas que rodean al tallo leñoso. Características carnosas suculentas su tamaño o color son variables.(OIRSA, 2000)

Figura 2,Vainas- Pitahaya



Fuente: (Mora, 2012)

7.2.3. Flor y fruto:

La pitahaya atraviesa una temporada seca, cuando esta termina debido a las temperaturas altas, desde los nudos brotan los botones que, del tamaño de un frijol, hasta su floración; el tiempo que conlleva aproximadamente es de 25-35 días según la temperatura y de la variedad de Pitahaya. (PROCOMER & BID, n.d.)

Figura 3. Botón Floral



Fuente:(Mora, 2012)

La Flor se apertura en una zona horaria de 5:00 a 9:00 del día siguiente, de no existir polinización. El capullo posee características verdes pálido, tubo alargado, mide aproximadamente de 28 cm. Y florecen durante la noche. Cuando ocurre la polinización el carpelo se torna de color verde profundo, transcurrido las 72 horas más tarde, aparece entre el cáliz y el carpelo una separación blanca(PROCOMER & BID, n.d.).

Durante el crecimiento del fruto, la maduración se presenta entre los 25 y 31 días después de la apertura floral, indicado por un cambio en el color de la corteza de verde claro, con partes comenzando a rojo a burdeos, reduciendo gradualmente la firmeza de la fruta; al mismo tiempo aumenta el Brix y el azúcar reductor. Por otro lado, los ácidos málicos y ascórbico disminuyen con la madurez. Todos estos factores contribuyen a que las propiedades organolépticas del fruto de pitahaya tengan mayor aceptación a los 29-31 días de maduración, en general, para los diferentes mercados (Montesino et al., 2015).

7.3. Variedad de Pitahaya

Existe distintas variedades de pitahaya, los cuales se han descrito sus principales características, de acuerdo a su:

- ✓ Forma, tamaño y color de las vainas o tallos
- ✓ Forma, tamaño y color de los frutos
- ✓ Número, tamaño y la disposición de las brácteas del fruto.
- ✓ La producción de la planta. (OIRSA, 2000; PROCOMER & BID, n.d.)

7.3.1. Las variedades de pitahaya son:

- ✓ *ROSA*: con características de frutos redondos y cascara delgada, sus vainas de color verde claro alargadas y gruesas. (Figura 4)
- ✓ *LISA*: posee vainas largas, delgadas y de color verde pálido. Sus frutos son redondos y pesa entre 400 a 450 gramos presenta un color rojo oscuro. (Figura 5)
- ✓ *CEBRA*: Vainas gruesas y cortas, presenta líneas blancas el fruto tiende hacer ovalado, de color rojo intenso al madurar. (Figura 6)
- ✓ *OREJONA*: Las vainas son delgadas y largas de color verde oscuro. Forma ovalada con un peso aproximado de 350 a 400 gramos. (Figura 7)
- ✓ *AMARILLA*: Las vainas tienen un color verde intenso con espinas de color cremoso. La cascara presenta grupos de espinas que cuando madura se desprende fácilmente tiene un peso aproximado de 250 gramos de promedio y alcanza hasta 19 grados brix.(OIRSA, 2000; PROCOMER & BID, n.d.) (Figura 8)

Figura 4. Pitahaya Rosa

Figura 5. Pitahaya Lisa



2.Fuente: Huertos -Y- Mas, 2020

Figura 6. Pitahaya Cebra



3.Fuente: Huertos -Y- Mas, 2020

Figura 7. Pitahaya Orejona



4.Fuente: Huertos -Y- Mas, 2020



5.Fuente: Huertos -Y- Mas, 2020

Figura 8. Pitahaya Amarilla



6.Fuente: Huertos -Y- Mas, 2020

7.4.Características físico-químicas del fruto

La pitahaya es considerada como exótica por sus características, como sabor apariencia y calidad; rica en vitamina C, fibra carbohidratos y agua en un 80%. Las semillas contienen una alta cantidad de ácidos grasos naturales, especialmente el ácido linoleico, que es una de las cosas que actúa en el cuerpo como un amortiguador para capturar el colesterol, creando efectos cardiovasculares.

Estudios realizados en Colombia mencionan que las propiedades o propiedades fisicoquímicas de los

productos ayudan a mejorar la gestión y control de la producción industrializada hacia la transformación del sector agroindustrial (Yamil Cañar Sena et al., 2014).

Tabla 2. Descriptores fisicoquímicos y proximales de la pitahaya.

DESCRIPTORES FISICOQUÍMICOS Y PROXIMALES DE LA PITAHAYA AMARILLA					
	Análisis	Características	Unidad	Media	CV(%)
Cuantitativos	Físicos	Peso del Fruto	g	222,81	21,17
		Peso de la cascara		77,60	29,73
		Peso de la pulpa		34,56	17,03
		% de la pulpa	%	139,27	21,86
		% de cascara		62,64	9,79
		Relación Cascara/ pulpa	-	59,57	26,31
		Eje polar	cm	10,14	12,54
		Eje ecuatorial		6,66	12,90
		Relación eje polar/eje ecuatorial	-	1,55	17,52
		Calibre	Cal	12,15	17,09
	Químicos	Solidos Solubles	°Brix	14,29	11,60
		Acidez titulable	Ac. Citrico/100g	1,35	22,18
		pH	pH	4,72	3,92
		Indice de madurez	°Brix/acidez	11,08	23,64
	Proximal	Materia Seca	%	15,20	14,16
		Humedad		84,80	2,54
		Minerales		0,32	42,02
		Extracto etereo		0,43	35,70

		Proteína		0,65	22,56
		Fibra total		0,77	27,15
		Caloría	Cal/g	3875,66	10,68
		Carbohidratos	-	13,38	16,24

*CV: Coeficiente de variación. >50% alta variabilidad y CV <20% baja variabilidad.

Fuente: Yamil Cañar Sena et al., 2014

7.5.Cosecha

De acuerdo a la Norma Técnica Colombiana (ICONTEC, 1996), se estipula una escala de madurez para la pitahaya que va desde 0 al 6 siendo 0 verde oscuro y 6 totalmente amarillo, esta escala es referencia para la cosecha del cultivo. (Yamil Cañar Sena et al., 2014)

Figura 9. Tabla de color de pitahaya amarilla según la Norma Técnica Colombiana NTC-3554,1996



Fuente: Sotomayor-Correa et al., 2019

Siendo la pitahaya un cultivo climatérico, es recomendable que la cosecha se realice con el 70% de madurez, cuando se tiende a cosechar en rangos inferiores la fruta actúa de forma contraria es decir no madura.

Se debe considerar la firmeza, tamaño, color y sabor para una maduración óptima, es decir que las propiedades organolépticas, nutricional y de manejo de poscosecha de la fruta depende principal del grado de madurez con el cual sea recolectada. (Tinoco, L., al, et,2020)

En el 2016, Vásquez menciono que los frutos aumentan sus solidos solubles cuando se acercan a la madurez disminuyendo a su vez el ácido málico y ascórbico. En la siguiente tabla se muestra las características físicas y químicas de la pitahaya cultivadas en distintos lugares del Ecuador. (Tinoco, L., al, et2020)

Tabla 3. Características físico- químicas de la pitahaya cultivada en dos eco-tipos de pitahaya

ECOTIPO	MASA (G)	SOLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST)	FIRMEZA (KG/F)	DIÁMETRO POLAR (MM)
Palora	331,6 ± 53,2	20,1 ± 0,3	73,3 ± 24,3	73,9 ± 9,7
Nacional	204,2 ± 12,7	17,9 ± 0,1	72,4 ± 9,1	70,8 ± 5,0

Fuente: Tinoco, L., al, et, 2020

7.6.Post cosecha

Calidad

De acuerdo a la FAO, 2014 menciona que la post cosecha debe cumplir características mínimas entre ellas:

- ☒ Entera y sin Heridas
- ☒ Forma ovoidal característica de la pitahaya
- ☒ Presentar un aspecto fresco y de consistencia firme
- ☒ El pedúnculo debe medir de 15 a 20 mm de longitud
- ☒ No deben presentar ataques de insectos o enfermedades
- ☒ Estar limpias (retiradas las espinas)
- ☒ Libres de humedad extrema anormal
- ☒ No debe presentar sabores extraños
- ☒ Los residuos de los plaguicidas utilizados no deben sobrepasar los límites permisibles por el Codex Alimentarius(FAO-PRODAR, 2014).

Existe una clasificación con relación al calibre dividido que se detalla a continuación:

Tabla 4. Peso de la pitahaya de acuerdo al calibre

Calibre	Peso unitario (g)
8	>361
9	261 a 360
12	201 a 260
14	151 a 200
16	111 a 150
20	<110

Almacenamiento: para ello, se deberá almacenar en un sitio fresco o refrigerado. La mejor temperatura para su almacenamiento tiende hacer de 3 a 8 °C, 85- 90% de humedad relativa con un periodo máximo de 25 días. Sin embargo, se puede almacenar en atmosferas adecuadas, es decir con una temperatura de 3 y 8 °C, por 30 días con oxígeno al 3% y dióxido de carbono al 10% (FAO-PRODAR, 2014).

7.7.Parámetros físico químicos

7.7.1. pH

Según Cock L. y otros en 2013 mencionan que el pH de la pitahaya en grado 3 se representa con un 4,7 y alcanza un pH de 5,1. Mientras que cuando se recoge con un grado 5 presenta un pH de 5,1 y la variación durante los días de almacenamiento tiene a ser significativa.

7.8.Principios de la conservación de Frutas

Se define a la preservación al conjunto de tratamiento que puede prolongar la vida útil de aquellos productos, de tal forma que conserve, en la medida deseada, sus atributos de calidad, teniendo en cuenta el color, la textura y el sabor, especialmente el valor nutritivo utilizando la totalidad o parte de las materias primas, con métodos de conservación clasificados por (FAO, 2015):

7.8.1. Métodos de preservación por periodos cortos:

- ✓ Refrigeración.
- ✓ Almacenaje refrigerado con atmosfera modificada.
- ✓ Condiciones especiales para el almacenamiento.
- ✓ Sistema con relación al embalaje que involucren cambios en la atmosfera.

7.8.2. Métodos de preservación por acción química

- ✓ Uso de aditivos químicos para control microbiano.

7.8.3. Método de preservación por tratamientos físico

- ✓ Uso de latas temperaturas.

- ✓ Uso de bajas temperaturas.
- ✓ Uso de radiaciones ionizantes.

7.9. Diferencia entre ozonización y cloración

Tabla 5. Diferencia entre ozonización y cloración

	COLORO	OZONO
Olor	Desagradable en agua	Ninguno
Sabor	Desagradable en agua	Ninguno
Color	Amarillento	Incoloro
Poder de oxidación	1,36 V	2,07 V (superior al cloro)
Mecanismo de reacción	Oxidación indirecta	Oxidación directa
Características de los residuos	Persistentes y peligrosos	Sin residuos
Acción bacteriana	Muy variable dependiendo de las especies. Origina resistencia.	Elevada. No origina resistencia
Acción antivírica	Prácticamente nula	Elevada
Actividad antifúngica	Leve	Elevada
Actividad sobre quistes y esporas	Leve	Elevada
Actividad estructural en micro contaminantes (hidrocarburos, detergentes fenólicos, sustancias clóricas, plaguicidas)	Ninguna o leve	Elevada.

Fuente: Parzanese, M, 2012

7.10. Tratamiento en poscosecha con Ozono sobre frutas y verduras

Desde el año 1999 se publicaron artículos en donde mencionan el efecto que tiene el ozono sobre frutas y verduras. Concluyendo que la aplicación del ozono es un tratamiento alternativo de forma sustentable en la poscosecha de frutas y hortalizas, La aplicación del ozono sea gaseoso o acuoso,

como tratamiento, de los cultivos permite la inactividad de microorganismos, garantizando la calidad de los productos agrícolas e incrementando la resistencia al deterioro. El ozono tiende hacer un agente antimicrobiano y la descomposición espontánea del oxígeno no genera productos tóxicos (Venta et al., 2010).

El ente regulador conjunto con la agencia de protección del medio ambiente de EE. UU determinaron valores límites de concentraciones como base, es decir de 0,08 a 0,1 ppm para una exposición continua durante 8 horas y de 0,3 ppm con un tiempo de exposición de 15min (Venta et al., 2010).

- ✓ Las ventajas de aplicar ozono en la industria alimentaria son:
- ✓ Aumento de consumo de alimentos frescos, nutritivo y seguro.
- ✓ Con relación al cloro en el proceso de lavado, no es tóxico e inactiva la actividad microbiana.
- ✓ Extiende la vida de anaquel y preserva las características organolépticas de estos productos.
- ✓ Destruye subproductos del cloro, pesticidas y compuestos orgánicos que son tóxicos (Liangji, 2008).
- ✓ Elimina el hierro, manganeso, azufre (Liangji, 2008).
- ✓ Controla el sabor y olor del agua fresca con el que se realiza el lavado (Liangji, 2008).

7.11. Aplicación en la industria de Frutas o Verduras

La Esterilización de agua de proceso en la industria alimentaria no está libre de microorganismos patógenos, generando contaminación antes o después del tratamiento de ser esterilizada. Para lo cual se utiliza ozono que ha demostrado ser un sustituto para el cloro para desinfectar y esterilizar el agua del proceso (Liangji, 2008).

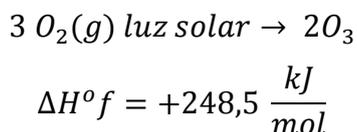
Coexisten varias formas de aplicar el ozono sobre frutas o verduras de manera apropiada como:

- ☐ *Lavado de frutas o vegetales:* consiste en dos tipos de sistemas de lavado, aspersion y en canal, reduciendo la carga microbiana en la superficie del producto.
- ☐ *Almacenamiento de fruta o verduras:* se aplican concentraciones muy bajas de ozono en el almacenamiento en frío de manera que protege a los productos contra los microorganismos.
- ☐ *Proceso de recirculación de agua:* el ozono es un agente oxidante, para reutilizar el agua de riego y tratamiento de aguas residuales (Liangji, 2008).

7.12. Generación de Ozono

El ozono presenta una vida media en fase gaseosa como en la fase acuosa, por ende, no permite su almacenamiento, ni distribución, lo cual es necesario generarlo in situ, para que pueda ser aplicado.

El ozono presenta una reacción química proveniente del oxígeno (Parzanese, M, 2012):



Al contar con un valor de entalpia que tiende hacer estándar se puede determinar que la ecuación del ozono es una reacción endotérmica y no espontánea, es decir, el ozono no se puede obtener mediante oxígeno activado térmicamente, ya que si la temperatura se eleva a 50 °C, la molécula de ozono se descompondrá y se convertirá en oxígeno molecular. Hoy en día se conocen diversas técnicas para la producción artificial de ozono, como se detalla a continuación. (Parzanese, M, 2012):

- Reacción fotoquímica
- Disociación térmica
- Reacción radioquímica
- Descarga eléctrica
- Electrolisis sobre las moléculas de agua

7.12.1. Celdas generadoras de ozono

La técnica más utilizada se relaciona con la descarga eléctrica. Esta técnica está constituida por una celda constituida por dos electrodos, sobre el cual se introduce la materia prima dieléctrica.

La celda consume con unión a los electrodos a un punto de corriente alterno, lo que genera un campo eléctrico intenso que apresura los electrones ubicados en el área de descarga. De tal manera que colisionan con las moléculas de oxígeno disociándolos a los átomos y reaccionando con otras moléculas de oxígeno disponibles dando como resultado el ozono (Parzanese, M, 2012).

7.

7.12.2. Parámetros de control para la generación de ozono

- *Corriente eléctrica:* la utilidad de la producción del ozono va a crecer de acuerdo con la intensidad de corriente y la frecuencia de la misma (Parzanese, M, 2012).
- *Temperatura:* es importante la refrigeración de los electrodos para reducir los fenómenos de

descomposición térmica del ozono. Es por ello que se implementan intercambiadores de calor que pueden trabajar con agua o aire (Parzanese, M, 2012).

- *Gas de partida:* como componente inicial se puede usar aire u oxígeno de alta pureza como gases de alimentación, siempre va depender de la elección, para controlar el porcentaje de humedad que presenta, debido a que el vapor de agua puede reaccionar con NO_x que se crean en el área de descarga de la celda formando HN_x perjudiciales para los electrodos (Parzanese, M, 2012).

8. Hipótesis

8.1.Hipótesis Nula

La aplicación de agua ozonificada (0,3 y 0,5 ppm) sobre la pitahaya como tratamiento de pre y poscosecha en tres índices de cosecha, no influye en las variables de interés.

8.2.Hipótesis Alternativa

La aplicación de agua ozonificada (0,3 y 0,5 ppm) sobre la pitahaya como tratamiento de pre y poscosecha en tres índices de cosecha, influye en las variables de interés.

8.3.Regla para el planteamiento de la hipótesis

Si el valor de significancia es menor que $0,05(\alpha < 0,05)$ se anula la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

8.4.Señalamiento de variables de la hipótesis

8.4.1. Variable independiente

- ✓ Índice de cosecha
- ✓ Dosis de agua ozonificada.
- ✓ Época de cosecha.

8.4.2. Variable dependiente.

- ✓ Sólidos solubles totales.
- ✓ pH.
- ✓ Incidencia de enfermedades.
- ✓ Humedad.

9. METODOLOGÍA

9.1. Enfoque, modalidad y tipo de investigación

9.1.1. Enfoque

Este proyecto de investigación se basa en un enfoque mixto que incluye una composición de enfoques cuantitativos y cualitativos, como parte de la investigación incluye el análisis de datos numéricos a través de procedimientos estadísticos y la otra parte de la recolección de datos es de tipo descriptivo que ayuda a conceptualizar las categorías.

9.2. Modalidad

9.2.1. De Campo

Se realizó técnicas de muestreo en el campo para este proyecto de investigación, mismas que se llevaron a cabo en la localización el EDEN, ubicada en la parroquia Tres Juanes, del Cantón Palora, Provincia de Morona Santiago.

9.2.2. Experimental

La presente investigación posee un parte experimental mismo que fue desarrollado en el laboratorio de Agronomía, ubicado en la Universidad Técnica de Cotopaxi, llevando a cabo 2 análisis por semana durante 24 días, estos análisis consistían en las características físico químicas de la pitahaya en distintos grados de madurez, al ser aplicado agua ozonificada a 0,3 ppm o 0,5ppm.

9.3. Tipo de investigación

Es considerada de tipo descriptivo, puesto que su objetivo es conocer el efecto que tiene le ozono a distintas concentraciones, al ser aplicado sobre las pitahayas que presentan tres tipos de madurez.

9.4. Características del Sitio Experimental

9.4.1. Ubicación del ensayo:

Figura 10. Ubicación del muestreo.



Fuente: Google Earth

9.4.2. Ubicación política

Provincia	Morona Santiago
Cantón	Palora
Parroquia	Tres Juanes
Sector	Tres Juanes
Lugar	El Edén

9.4.3. Ubicación geográfica

Latitud	-77.94 1° 42' 0" Sur
Longitud	77° 56' 24" Oeste
Altitud	886m

9.4.4. Condiciones Agroecológicas

Las condiciones climáticas como heliofanía, precipitación y viento, no obstaculizaron de manera directa al momento de tomar las muestras, cabe mencionar que el desarrollo del proyecto se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio ubicado en el laboratorio de agronomía de la Universidad Técnica De Cotopaxi.

9.5. Materiales

Los equipos y materiales utilizados para el desarrollo del proyecto fueron los que se encuentran descritos a continuación en la Tabla 7.

Tabla 6. Materiales y equipos a utilizar

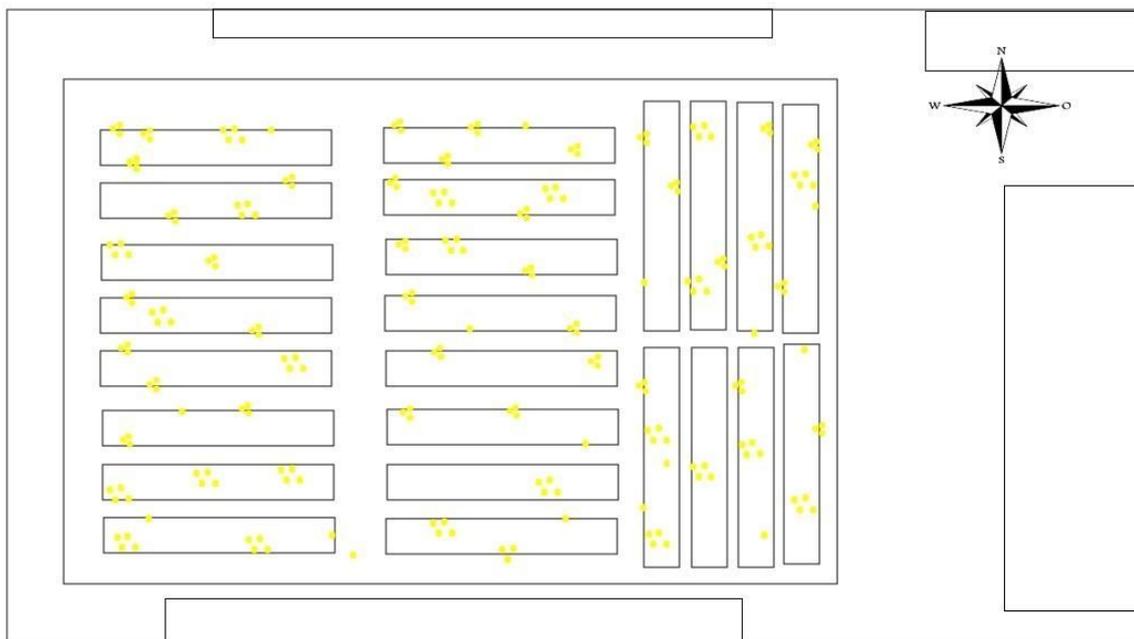
Material Vegetal	Pitahaya
Materiales y equipo muestreo	Botas, Guantes, Tijera de podar, Canasta, Mascarilla, Bomba de fumigación, Equipo de Ozono
Materiales de laboratorio	Balanza Analítica, Papel Filtro, pHmetro, Refractómetro

Fuente: La investigación

Elaborado por: Samaniego, C. 2022

9.6. Características del ensayo

Figura 11. Croquis del muestreo de la pitahaya en campo – El Edén Cantón Palora



Fuente: Samaniego, C. 2022

9.7. Unidad Experimental

La investigación se realizó con pitahayas amarillas fruta nacional, que ´tienden a ser exportadas para Colombia. Se recolectó 594 unidades de pitahaya previamente seleccionadas en precosecha y poscosecha que involucran características de madurez en tres diferentes grados 1, 3, 6, estas forman parte de la unidad de análisis o experimental.

9.8.Muestreo de la Materia Prima

Se tomo la muestra de la localidad El Edén ubicado en la parroquia TRES JUANES, de forma seleccionada, 594 unidades de pitahaya para el desarrollo del experimento, de las cuales 297 fueron aplicadas a través de una bomba de fumigar en forma de aspersion el agua ozonificada 0,3 ppm y a 0,5 ppm un día antes de la cosecha, es decir en precosecha. Cabe mencionar que dentro de estas 297, a 33 pitahaya no se les aplico el agua ozonificada debido a que conforman los testigos. De igual forma en poscosecha se aplicó el ozono líquido sobre la pitahaya.

Fotografía1: Recolección de Materia Prima



Fuente: Samaniego, C 2022

9.9.Aplicación del ozono

El enunciado 8.12 menciona los principios para la producción del ozono a partir del agua y recalca que el ozono generado presenta vida corta es por ello que se trasladó el equipo de ozono a la localidad de muestreo llamada El Edén, en donde se generó ozono mediante el equipo; para llegar a las concentraciones requeridas que son 0,3ppm y 0,5ppm se determinó de acuerdo al tiempo 15 segundos y 30 segundos según Guijarro-Fuertes et al., 2020. La aplicación del ozono se dio a través de una bomba de fumigar de 25 L. para pre y poscosecha.

Fotografía 2: Elaboración de Ozono



Fuente: Samaniego, C 2022

9.10. Desarrollo.

El experimento se desarrolló en las instalaciones del laboratorio de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi con ubicación geográfica: latitud 00 59'' 47.68'' N, longitud 78 37'' 19.16'' E., una vez aplicado el ozono sobre las muestras se dejó en dicho laboratorio a la intemperie a temperatura ambiente durante 21 días.

Fotografía 3: Pitahaya de poscosecha aplicada ozono



Fuente: Samaniego, C 2022

9.11. Parámetros físico- químicas a evaluar de la pitahaya.

Se almaceno las pitahaya durante 21 días, dentro de los cuales cada semana se realizaba análisis de control, en dos días diferentes, utilizando una pitahaya por análisis, físico-químicas de la pitahaya.

9.11.1. Porcentaje de peso

Se recolecto datos del peso de cada pitahaya utilizando una balanza digital, esto ocurrió durante 6 mediciones cada cuatro días. Para calcular la pérdida de peso se utilizó:

$$\%Perdida\ de\ peso = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

En donde

Pi= Peso inicial(g)

Pf= Peso diario (g)

Fotografía 4: Medición del peso de la pitahaya



Fuente: Samaniego, C 2022

9.11.2. Humedad

Para determinar la humedad (H) fue importante convertir en cenizas la pulpa de fruta para conocer su porcentaje. Para ello se tomó en cuenta de 5 a 6 gramos de pitahaya, se llevó a la estufa durante 3 a 4 horas, tomando en cuenta el peso de la capsula (M_0), peso inicial (M_1) y el peso final(M_2) conocer el valor mediante la siguiente formula(Univ, n.d.):

$$\%H = (M_1 - M_2) \frac{100}{M_1 - M_0}$$

Fotografía 5: Secado de la pitahaya, para determinar la humedad.



Fuente: Samaniego, C 2022

9.12. Sólidos Solubles totales

La medición de sólidos solubles se utilizó el equipo conocido como refractómetro, que tiene como base la refracción, cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz de la muestra. Este equipo nos brinda los datos en brix.

Fotografía 6: Medición de los Sólidos Solubles de la pitahaya.



Fuente: Samaniego, C. 2022

9.13. Firmeza

Para medir la dureza se utilizó el equipo conocido como penetrómetro que nos permitió conocer la firmeza de la fruta, los datos vienen expresados en kg/cm^2 .

9.14. pH

La recolección de los datos fue obtenida mediante un pH-metro que nos permite conocer si la fruta se encuentra en un estado ácido o básico.

9.15. Índice de enfermedades

Se cuantifico y se registró los frutos deteriorados cada cuatro días que se realizaba las mediciones en el libro de campo. Aquí se evaluaron las 15 pitahayas de cada tratamiento que fueron restantes de la unidad experimental. Se utilizo las siguiente formula para determinar el porcentaje de incidencia.

$$\% \text{ incidencia de fisiopatía} = \frac{\text{Número de frutos enfermos}}{\text{Numero de frutos}} * 100$$

Fuente: AOAC, 1980

9.16. Factores en estudio

Factor A: Dosis ozono (0.3 y 0.5 ppm)

Factor B: Índice de cosecha (1 – 3 - 6)

Factor C: Época de cosecha (Pre cosecha y Post cosecha)

Testigo de precosecha: estado de madurez 1 - estado de madurez 3 - estado de madurez 6

Testigo de poscosecha: estado de madurez 1 - estado de madurez 3 - estado de madurez 6

9.16.1. Testigo

El proyecto de investigación con 6 testigos. A este fruto no se le aplico ningún tratamiento.

9.16.2. Tratamientos

Se evaluaron 18 tratamientos con 3 repeticiones cada uno, resultado del arreglo factorial de (A*B*C)+1 es decir Índice de cosecha, Época de aplicación y dosis aplicarse respectivamente. Dentro de los tratamientos existió 6 muestras que serán de control del proyecto de investigación. Cada unidad experimental estaba conforme por 30 unidades de pitahaya aproximadamente. En la Tabla 10 se puede observar los tratamientos aplicados junto con los parámetros a evaluarse.

Tabla 8. Tratamientos utilizados en el ensayo experimental

Tratamiento	Dosis ozono	Estado de madurez	Época de cosecha
T1	Testigo	Madurez 1	Pre cosecha
T2	Testigo	Madurez 3	Pre cosecha
T3	Testigo	Madurez 6	Pre cosecha
T4	Dosis 0,03	Madurez 1	Pre cosecha
T5	Dosis 0,03	Madurez 3	Pre cosecha
T6	Dosis 0,03	Madurez 6	Pre cosecha

T7	Dosis 0,05	Madurez 1	Pre cosecha
T8	Dosis 0,05	Madurez 3	Pre cosecha
T9	Dosis 0,05	Madurez 6	Pre cosecha
T10	Testigo	Madurez 1	Post cosecha
T11	Testigo	Madurez 3	Post cosecha
T12	Testigo	Madurez 6	Post cosecha
T13	Dosis 0,03	Madurez 1	Post cosecha
T14	Dosis 0,03	Madurez 3	Post cosecha
T15	Dosis 0,03	Madurez 6	Post cosecha
T16	Dosis 0,05	Madurez 1	Post cosecha
T17	Dosis 0,05	Madurez 3	Post cosecha
T18	Dosis 0,05	Madurez 6	Post cosecha

Fuente: La investigación

Elaborado por: Samaniego. C 2022

9.17. Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado para la presente investigación Diseño Trifactorial en Bloques con dos testigos, con la finalidad de conocer la incertidumbre estadística existente entre los tratamientos.

✓ Modelo matemático

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \tau_m + \rho_l + \varepsilon_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} : es la variable respuesta

μ : es la media global de la variable respuesta

α_i : efecto debido al i – ésimo nivel del factor A

β_j : efecto debido al j –ésimo nivel del factor B

γ_k : efecto debido al k –ésimo nivel del factor C

τ_m : efecto debido al m –ésimo nivel del testigo

ρ_l : efecto debido a la l – ésima repetición

$(\alpha\beta)_{ij}$, $(\alpha\gamma)_{ik}$, $(\beta\gamma)_{jk}$: efecto de la interacción doble de los niveles i,j,k de los factores A,B,C

respectivamente

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$: efecto de la interacción triple de los niveles i,j,k de los factores A,B,C respectivamente

ε_{ijklm} : *error asociado a la observación Y_{ijklm}*

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Lugar de Muestreo

El muestreo se realizó en la localidad El Edén que cuenta con una extensión 2 Ha de cultivo de la pitahaya, el área cuenta con 200 número de plantas. Para el muestreo se tomó la fruta al azar, debido a que los árboles no tuvieron un rendimiento uniforme, por lo que se obtuvieron 59 frutos de unos 200 árboles, las características climáticas no fueron duras a partir de la fecha del muestreo. Se recogieron a una temperatura ambiente de aproximadamente 22°C.

Fotografía 7 Pitahaya Recolectadas – El Edén Cantón-Palora



Fuente: Samaniego, C. 2022

Combinación, en este caso al igual que en la variable peso, la mayor reducción del pH se observa con la dosis de ozono 0.05 con el estado de madurez 3, siendo la única combinación no recomendable.

10.2. Índice de Enfermedades

10.2.1. Análisis de la varianza (Anova) para el índice de enfermedades:

Tabla 09. Análisis del índice de enfermedades

F.V.	DIA 3			DIA 4		DIA 5		DIA 6	
	gl	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig
MODELO	17	0,0817	*	0,0249	**	<0,0001	***	<0,0001	***
DOSIS A	2	0,0005	***	0,0003	***	<0,0001	***	<0,0001	***
INDICE DE COSECHA B	2	0,7853	sn	0,4922	sn	0,7859	ns	0,4957	ns
ETAPA C	1	0,26	sn	0,5138	sn	0,0002	**	0,0008	***

DOSIS A*INDICE DE COSECHA C	4	0,9125	sn	0,5012	sn	0,9116	ns	0,5365	ns
DOSIS A*ETAPA C	2	0,8311	sn	0,6024	sn	0,0029	**	0,0006	***
INDICE DE COSECHA B*ETAPA C	2	0,3756	sn	0,7022	sn	0,3787	ns	0,6654	ns
DOSIS A*INDICE DE COSECHA B*ETAPAC	4	0,2782	sn	0,0824	*	0,2789	ns	0,1363	ns
ERROR	36								
TOTAL	53								

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

Una vez determinado el análisis de Varianza se obtiene el Anova, en la Tabla 11, que permitió conocer los factores que presentaron diferencias significativas. Para el presente proyecto se tomó en consideración los grados de significancia, valor p o α de: $< 0,10(*)$, $<0,05(**)$, $0,01(***)$. en donde la confianza será del 90%, 95% y 99% respectivamente, mientras que **ns** representa que el valor de p es mayor a 0,10 es decir no significativa. En los días 1 y 2 no presentó enfermedad alguna.

En los días 3 al 6 se observan diferencias significativas al 1% en la variable de incidencia de enfermedades, esto se mide a través de los frutos deteriorados, debido a la influencia del factor A que es la dosis del ozono.

10.2.1.1. Prueba de Tukey para la variable de la incidencia de enfermedades, en la medición de los días 5 y 6 Factor C

Tabla 10. Análisis del índice de enfermedades con relación al factor C

ETAPA C	DIA 5		DIA 6	
	Medias	Grupo	Medias	Grupo
POST COSECHA	21,73	A	37,29	A
PRE COSECHA	27,91	B	42,96	B

Elaborado por: Samaniego P. 2022

En la tabla 12 se puede observar la clasificación de dos; grupos A y grupo B mismos que muestran grados de significancia, teniendo el Grupo B con una incidencia del 27, 91% en el día quinto y un 42,96% en el día 6 de medición. Durante 24 días del desarrollo del proyecto. Con relación a la exposición de agua ozonificada en la etapa de cosecha.

10.2.1.2. Prueba de Tukey para la variable de la incidencia de enfermedades, en la medición de los días 3 a 6 Factor A

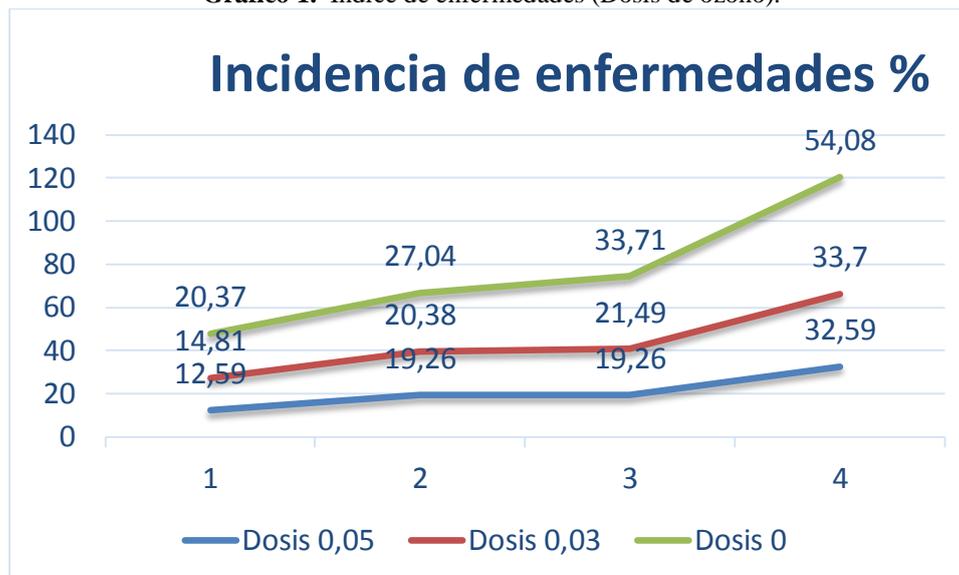
Tabla 11. Prueba de Tukey para el índice de enfermedades de acuerdo a la dosis factor A:

DOSIS A	DIA 3		DIA 4		DIA 5		DIA 6	
	Medias	Grupo	Medias	Grupo	Medias	Grupo	Medias	Grupo
DOSIS 0,5	12,59	A	19,26	A	19,26	A	32,59	A
DOSIS 0,3	14,81	A	20,38	A	21,49	A	33,7	A
DOSIS 0	20,37	B	27,04	B	33,71	B	54,08	B

medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

Gráfico 1. Índice de enfermedades (Dosis de ozono).



Elaborado por: Samaniego, P. 2022

De acuerdo a los resultados de la Tabla 11 y la Gráfica 1 se mostró que la media de morbilidad, demostrando una persistencia intergrupala significativa, en el grupo B se mostró una mayor incidencia en los controles que no aplicaron concentraciones de agua de ozono sobre pitahaya, mientras que la dosis de agua ozonizada a 0,3 y 0,5 ppm comparten un mismo grupo B. Únicamente en el día 1 y 2 no se observaron diferencias significativas provocadas por las dosis 0,3 y 0,5ppm, esto se debe al control que existio por parte del agua ozonificada sobre la posible expansión de las misma enfermedades, (Liangji, 2008). menciona que el ozono permite la inactividad de microorganismos, garantizando la calidad de los productos agrícolas e incrementando la resistencia al deterioro. A concentraciones 0,5ppm de agua ozonificada se pudo observar un intervalo de 12,59% a 32,59% entre los días 3ero a 6to. Bermudez Aguirrez & Barbosa- Canovas (2013) comprobó que ha mayor concentración de ozono existe una mayor reducción microbiana, lo que se comprueba con la concentración de 0,5ppm

10.2.1.3. Prueba de tukey para el índice de enfermedades de acuerdo a la dosis A * etapa

cosecha C

Tabla 12. Prueba de Tukey para el índice de enfermedades de acuerdo a la dosis * Etapa factor A*B

DOSIS A	Etapa C	DIA 5		DIA 6	
		Medias	Grupo	Medias	Grupo
DOSIS 0,5	Post cosecha	17,77	A	31,12	A
DOSIS 0,5	Pre cosecha	20,74	A B	33,32	A
DOSIS 0,3	Post cosecha	20,74	A B	34,07	A
DOSIS 0,3	Pre cosecha	22,23	A B	34,08	A
DOSIS 0	Post cosecha	26,68	B	46,68	B
DOSIS 0	Pre cosecha	40,74	C	61,49	C

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

Existe una interacción entre el factor A (dosis) y el factor C (etapa de cosecha), en donde se conformó de tres grupos A, B, C. Observando en el Grupo A y ciertos tratamientos del B con interacción entre las medias en el día 5 y 6 mostrando datos similares sin diferencias significativas algunas. Sin embargo, en el Grupo B en poscosecha a dosis cero muestra diferencias significativas con los tratamientos que se aplicó ozono. Finalmente, también se mostró una diferencia significativa en el grupo C, lo que indica una mayor incidencia, cabe decir que hubo una mayor incidencia debido a que no se aplicó concentración de ozono para el control de la enfermedad. En otras palabras, los testigos son los más afectados.

11.3. Humedad

11.3.1. Análisis de la varianza (ANOVA) para humedad

Tabla 13. Análisis de la varianza (ANOVA) para humedad

F.V.	gl	Dia 1		Dia 2		Dia 3		Dia 4		Dia 5		Dia 6	
		p-valor	sig	p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.	p-valor	sig.		
Repetición	2	0,310	ns	0,120	ns	0,254	ns	0,808	ns	0,898	ns	0,841	ns

D Ozono (A)	2	<0,0001	** *	0,048	**	0,549	ns	0,519	ns	0,000	** *	0,259	ns
E Madurez (B)	2	<0,0001	** *	0,152	ns	0,001	** *	0,763	ns	0,420	ns	0,600	ns
É cosecha (C)	1	<0,0001	** *	0,005	** *	0,516	ns	0,000	** *	0,804	ns	0,785	ns
D Ozono*E Madurez (A*B)	4	<0,0001	** *	0,217	ns	0,004	** *	0,161	ns	0,318	ns	0,152	ns
D Ozono*É cosecha (A*C)	2	<0,0001	** *	0,664	ns	0,000	** *	0,522	ns	0,906	ns	0,089	ns
E Madurez*É cosecha (B*C)	2	<0,0001	** *	0,435	ns	0,000	** *	0,008	** *	0,997	ns	0,267	ns
D Ozono*E Madurez*É cosecha (A*B*C)	4	<0,0001	** *	0,600	ns	0,019	**	0,162	ns	0,822	ns	0,252	ns
Error	34												
Total	53												

CV (%)	4,35	7,77	2,62	3,63	35,43	49,41
--------	------	------	------	------	-------	-------

Promedio	80,40	89,69	92,00	91,34	77,95	68,06
----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

Se obtiene como resultados descritos en la tabla 13, que en el día 1 y 3 se evidencia un efecto de interacción de los tres factores al 1%, es decir, la humedad promedio depende de la interacción de la dosis de ozono, estado de madurez y época de cosecha. Mientras que en el día 2 se evidencia un efecto significativo al 5% debido a la dosis de ozono y al 1% debido a la época de cosecha, es decir, la humedad promedio depende de cada uno de estos factores, pero de manera independiente.

Se evidencia en el día 4 un efecto de interacción doble al 1% de los factores B y C, es decir, la humedad promedio depende de la interacción del estado de madurez y la época de cosecha.

En el día 5 se evidencia un efecto significativo al 1% debido al factor A, es decir, la humedad promedio depende de la dosis de ozono aplicada

En el día 6 no se encontraron diferencias significativas en la humedad promedio, es decir, no existe

un efecto de los tratamientos sobre la humedad del fruto considerando una significancia del 5%

11.3.1.1. Prueba de Tukey para la variable humedad Dia 1 interacción triple (A*B*C)

Tabla 14. Prueba de Tukey para la variable humedad Medición 1 interacción triple (A*B*C)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,75677

Error: 12,2374 gl: 34

D Ozono	E Madurez	É cosecha	Medias	n	E.E.	
Dosis 0,5	Madurez 6	Post cosecha	96,51	3	2,02	A
Dosis 0,3	Madurez 6	Post cosecha	95,12	3	2,02	A
Dosis 0	Madurez 6	Post cosecha	92,69	3	2,02	A
Dosis 0	Madurez 6	Pre cosecha	92,69	3	2,02	A
Dosis 0	Madurez 1	Pre cosecha	92,10	3	2,02	A
Dosis 0	Madurez 1	Post cosecha	92,10	3	2,02	A
Dosis 0,5	Madurez 6	Pre cosecha	91,09	3	2,02	A
Dosis 0,5	Madurez 1	Pre cosecha	90,49	3	2,02	A
Dosis 0	Madurez 3	Pre cosecha	90,23	3	2,02	A
Dosis 0	Madurez 3	Post cosecha	90,23	3	2,02	A
Dosis 0,5	Madurez 3	Pre cosecha	88,21	3	2,02	A
Dosis 0,3	Madurez 1	Post cosecha	88,11	3	2,02	A
Dosis 0,3	Madurez 6	Pre cosecha	87,77	3	2,02	A
Dosis 0,5	Madurez 3	Post cosecha	87,45	3	2,02	A
Dosis 0,3	Madurez 3	Post cosecha	86,37	3	2,02	A
Dosis 0,5	Madurez 1	Post cosecha	86,20	3	2,02	A
Dosis 0,3	Madurez 3	Pre cosecha	86,09	3	2,02	A
Dosis 0,3	Madurez 1	Pre cosecha	79,65	3	2,02	B

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

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

Según la prueba de tukey todos los tratamientos presentan el mismo rango en los valores de humedad, excepto Dosis 0,3 Madurez1 que ocupa Rango B. Orrabalís, menciona que el contenido de humedad puede deberse al índice de madurez que presente la fruta. Así mismo en el 2009 Villalobos menciona que el contenido de humedad promedio de la pitahaya corresponde de un 89-94%. aproximadamente, de tal manera que nuestros resultados con grado 6 presentan un porcentaje de 96,51% como máximo y un 87,77 % como mínimo. cuya humedad previene pérdida de agua y alarga la vida en el anaquel o percha (Villalobos 2009).

11.3.1.2. Prueba de Tukey para la variable Humedad Medición 2 factor A

Tabla 15 Prueba de Tukey para la variable Humedad Medición 2 factor A

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,69411

Error: 48,5968 gl: 34

D Ozono	Medias	n	E.E.		
Dosis 0, 5	92,34	18	1,64	A	
Dosis 0	90,29	18	1,64	A	B
Dosis 0,3	86,44	18	1,64		B

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

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

En la tabla 15 los resultados se clasifican en dos rangos, donde se mostró mayor porcentaje de humedad a dosis 0,5ppm de ozono en el rango A, mientras que, en el rango B se encuentra el tratamiento con dosis de 0,3 ppm de ozono con una humedad de 86,44 %.

11.3.1.3. Prueba de Tukey para la variable de Humedad en el día 2 factor C

Tabla 16 Prueba de Tukey para la variable Humedad Medición 2 factor C

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,85578

Error: 48,5968 gl: 34

É cosecha	Medias	n	E.E.		
Post cosecha	92,54	27	1,34	A	
Pre cosecha	86,83	27	1,34		B

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

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

En la Tabla 16 muestra que en poscosecha existe mayor humedad que en precosecha, es decir muestra diferencias significativas entre los valores siendo el A= 92,64% y B=86,83 % respectivamente, clasificándose en dos rangos A y B.

11.3.1.4. Prueba de Tukey para la variable Humedad Medición 3 interacción triple (A*B*C)

Tabla 17: Prueba de Tukey para la variable Humedad Medición 3 interacción triple (A*B*C)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,41520

Error: 5,8153 gl: 34

D Ozono	E Madurez	É cosecha	Medias	n	E.E.			
Dosis 0,5	Madurez 3	Post cosecha	97,99	3	1,39	A		
Dosis 0	Madurez 3	Post cosecha	95,89	3	1,39	A	B	
Dosis 0,3	Madurez 6	Pre cosecha	95,05	3	1,39	A	B	
Dosis 0	Madurez 6	Post cosecha	94,21	3	1,39	A	B	
Dosis 0	Madurez 1	Post cosecha	93,94	3	1,39	A	B	
Dosis 0,5	Madurez 1	Pre cosecha	93,73	3	1,39	A	B	
Dosis 0,3	Madurez 3	Post cosecha	93,71	3	1,39	A	B	
Dosis 0,5	Madurez 3	Pre cosecha	93,41	3	1,39	A	B	
Dosis 0,5	Madurez 6	Pre cosecha	92,43	3	1,39	A	B	
Dosis 0,5	Madurez 1	Post cosecha	92,33	3	1,39	A	B	
Dosis 0	Madurez 3	Pre cosecha	91,23	3	1,39	A	B	
Dosis 0,3	Madurez 3	Pre cosecha	90,96	3	1,39	A	B	
Dosis 0,3	Madurez 1	Pre cosecha	90,83	3	1,39	A	B	C
Dosis 0,3	Madurez 1	Post cosecha	89,66	3	1,39		B	C
Dosis 0	Madurez 1	Pre cosecha	89,49	3	1,39		B	C
Dosis 0	Madurez 6	Pre cosecha	88,92	3	1,39		B	C
Dosis 0,3	Madurez 6	Post cosecha	88,71	3	1,39		B	C
Dosis 0,5	Madurez 6	Post cosecha	83,48	3	1,39			C

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

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

En la tabla 17 se toma en cuenta la interacción de los factores de estudio como lo es A*B*C (Dosis* índice*etapa) cuyos valores reflejan significancia entre la humedad de acuerdo al análisis estadístico. Se clasifica en tres rangos Rango A con el mayor porcentaje de humedad de 97,99%, siendo el tratamiento el T17 cuyas características se presentó en un índice de madurez de 3 en poscosecha expuesto a una dosis de 0,5 ppm de agua ozonificada, mientras que el rango B el tratamiento con menor porcentaje de humedad fue T15 presentando una humedad de 88,71%, a comparación del

rango C es de 83,46 % el tratamiento T18 con un índice de madurez de 6 en poscosecha con 0,5ppm de agua ozonificada.

11.3.1.5. Prueba de Tukey para la variable Humedad Medición 4 interacción doble (B*C)

Tabla 18. Prueba de Tukey para la variable Humedad Medición 4 interacción doble (B*C)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,71182

Error: 10,9669 gl: 34

E Madurez	É cosecha	Medias	n	E.E.	
Madurez 6	Pre cosecha	94,92	9	1,10	A
Madurez 1	Pre cosecha	92,93	9	1,10	A
Madurez 3	Pre cosecha	92,02	9	1,10	A
Madurez 3	Post cosecha	90,95	9	1,10	A B
Madurez 1	Post cosecha	90,40	9	1,10	A B
Madurez 6	Post cosecha	86,85	9	1,10	B

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

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

De acuerdo con la tabla 18 se puede observar que existe dos rangos A y B; en el rango A la humedad media es de 94,92 en pre cosecha índice de madurez 6 a esta combinación de tratamiento se presentó el porcentaje alto de 94,92%. Mientras que en rango B el valor menor fue de 86,85% en precosecha con un índice de 6. El común de estos tratamientos tiende ser el índice de madurez, sin embargo, la variación de la humedad puede darse por los factores climáticos que estuvieron expuestos y a la exposición directa e indirecta del sol en el laboratorio. Debido a que la temperatura y la humedad relativa del ambiente tiende a deshidratar la fruta.

11.3.1.6. Prueba de Tukey para la variable Humedad día 5 Factor A

Tabla 19: Prueba de Tukey para la variable Humedad día 5 Factor A

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=22,55629

Error: 762,5900 gl: 34

D Ozono	Medias	n	E.E.	
Dosis 0,3	90,17	18	6,51	A
Dosis 0,5	89,66	18	6,51	A
Dosis 0	54,02	18	6,51	B

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

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

En la humedad promedio se evidencia diferencias significativas entre el tratamiento control (dosis 0) y la aplicación de las dosis de 0.3 – 0.5, en este caso, la humedad promedio de los frutos con estas

últimas es de 90.17% y 89.66%, sin considerarse como significativas las diferencias y siendo a su vez las que presentan mayor humedad. Mientras a concentraciones cero o tratamiento representa una temperatura de 54,02%.

11.4. Firmeza

11.4.1. Análisis de varianza (ANOVA) para Firmeza

Cuando se analizaron estadísticamente los datos de dureza, no se observaron diferencias significativas en la Tabla 20, a excepción de la quinta medición (5%), siendo el único factor que influyó la dosis de ozono. En los días restantes, este parámetro no tuvo una diferencia significativa en el valor medio, por lo que no dependió de la dosis, el índice de madurez o la etapa de cosecha.

Tabla 20: Análisis de varianza (ANOVA) para firmeza.

F.V.	gl	Medición 1		Medición 2		Medición 3		Medición 4		Medición 5	
		p-valor	sig.								
Repetición	2	0,378	Ns	0,389	ns	0,368	ns	0,389	ns	0,858	ns
D Ozono (A)	2	0,318	Ns	0,493	ns	0,368	ns	0,421	ns	0,013	**
E Madurez (B)	2	0,615	Ns	0,418	ns	0,368	ns	0,358	ns	0,846	ns
É cosecha (C)	1	0,120	Ns	0,231	ns	0,311	ns	0,383	ns	0,245	ns
D Ozono*E Madurez (A*B)	4	0,362	Ns	0,313	ns	0,428	ns	0,392	ns	0,496	ns
D Ozono*É cosecha (A*C)	2	0,660	Ns	0,338	ns	0,388	ns	0,465	ns	0,625	ns
E Madurez*É cosecha (B*C)	2	0,357	Ns	0,373	ns	0,388	ns	0,337	ns	0,625	ns
D Ozono*E Madurez*É cosecha (A*B*C)	4	0,496	Ns	0,478	ns	0,413	ns	0,361	ns	0,911	ns
Error	34										
Total	53										
CV (%)		14,27		13,96		13,85		13,87		39,26	
Promedio		3,53		3,44		3,44		3,44		3,04	

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

11.4.1.1. Prueba de Tuckey para la variable de firmeza valor $p= 0,05$, DMS=0,97622

En la Tabla 21 se pudo considerar dos rangos A y B. El rango A las pitahayas presentó una firmeza de 3.50 Kg/cm² con una dosis de 0,3 ppm de ozono, mientras que con 0,5ppm de ozono presento una firmeza de 3.30 Kg/ cm², sin embargo, en el Rango B se observó una firmeza menor de 2,33 kg/cm², cuyo dato corresponde a los testigos del diseño. Andreas y sus colegas (2021) mencionan que la firmeza se considera un indicador de calidad debido a que es directamente proporcional al grado de madurez del fruto.

Tabla 21: Prueba de Tuckey para la variable firmeza

D Ozono	Medias	n	E. E.		
Dosis 0,3	3,50	18	0,28	A	
Dosis 0,5	3,30	18	0,28	A	B
Dosis 0	2,33	18	0,28		B

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

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

11.5. Análisis de peso

11.5.1. Análisis de varianza del porcentaje de Peso

Tabla 22. Análisis de la varianza de peso

F.V.	gl	DIA 2		DIA 3		DIA 4		DIA 5		DIA 6	
		p-valor	sig								
MODELO	17	0,003	**	0,0942	*	<0,0001	**	0,0071	**	0,5006	ns
FACTOR A	2	0,526	ns	0,0243	ns	0,55	ns	0,0581	ns	0,544	ns
FACTOR B	2	0,809	ns	0,8093	ns	0,809	ns	0,8093	ns	0,8093	ns
FACTOR C	1	0,809	ns	0,7625	ns	0,24	ns	0,3069	ns	0,6507	ns
FACTOR A*FACTOR B	4	0,168	ns	0,3237	ns	0,003	**	0,0425	*	0,0003	**
FACTOR A*FACTOR C	2	0,59	ns	0,7534	ns	0,398	ns	0,3007	ns	0,4188	ns
FACTOR B*FACTOR C	2	0,154	ns	0,7201	ns	0,809	ns	0,8093	ns	0,3569	ns
FACTOR A*FACTOR B*FACTOR C..	4	0,114	ns	0,567	ns	0,809	ns	0,1378	ns	0,6851	ns
ERROR	36										
TOTAL	53										

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

Una vez analizados los datos a través del Anova, se evidencio, que existe diferencias significativas al 1% y al 5% con la interacción doble del factor A* B, es decir, el peso promedio del fruto depende de la interacción de la dosis de ozono, índice de madurez y etapa de cosecha.

11.5.1.1. Prueba de tuckey para la variable de Porcentaje en peso valor en el día 3 factor A* Factor B.

Tabla 23. Prueba Tukey del porcentaje en peso en el día 3 factor A* Factor B

DÍA 3			
FACTOR A	Factor B	Medias	
DOSIS 0	Madurez 6	0,73	A
DOSIS 0,5	Madurez 6	0,76	A
DOSIS 0,5	Madurez 1	1,03	A

DOSIS 0,3	Madurez 6	1,2	A	
DOSIS 0,5	Madurez 3	1,37	A	B
DOSIS 0	Madurez 1	1,52	A	B
DOSIS 0	Madurez 3	1,55	A	B
DOSIS 0,3	Madurez 1	1,59	A	B
DOSIS 0,3	Madurez 3	3,15		B
MEDIAS CON UNA LETRA COMÚN NO SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P > 0,05)				

Elaborado por Samaniego, P. 2022

La prueba de tuckey de acuerdo al día 3 con el factor de dosis de ozono y el índice de madurez, se evidencio diferencias significativas entre los grupos A y B. entre ellos se encuentra la dosis 0,3 con madurez 3, dosis 0 madurez 6, dosis 0,5 con madurez 6 y 1, dosis 0,3 con madurez 6, a diferencia del resto de los tratamientos o combinaciones.

11.5.1.2. Prueba de tuckey para la variable de Porcentaje en peso valor en el día 4 factor A* Factor B.

Tabla 24. Prueba Tukey del porcentaje en peso en el día 3 factor A* Factor B

DIA 4				
FACTOR A	Factor B	Medias		
DOSIS 0,3	Madurez 6	1,37	A	
DOSIS 0	Madurez 6	1,55	A	B
DOSIS 0,5	Madurez 6	1,65	A	B
DOSIS 0,5	Madurez 1	2,44	A	B C
DOSIS 0,3	Madurez 3	2,72	B	C
DOSIS 0,3	Madurez 1	2,85	B	C
DOSIS 0	Madurez 1	2,98		C
DOSIS 0	Madurez 3	2,99		C
DOSIS 0,5	Madurez 3	3,58		C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)				

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

La prueba de tuckey de acuerdo al día 4 con el factor de dosis de ozono y el índice de madurez, se evidencio diferencias significativas entre el grupo. Sin embargo, existió mayor perdida en la dosis 0 con madurez 1, dosis 0 madurez 3, dosis 0,5 con madurez 3 a diferencia del resto de los tratamientos o combinaciones presentando un intervalo de 2,98 - 3,58%. Cabe recalcar que el índice de madurez con poca pérdida de peso fue el índice 6 cuyos valores o rangos va desde el 1,37- 1,65 % de perdida. Rodoni (2008) manifestó que los frutos que presentaron una reducción de pérdida de peso, tienen relación con la mayor integridad de los tejidos del fruto llegando a un porcentaje mínimo del 0,6%

de pérdida de peso.

11.5.1.3. Prueba de tuckey para la variable de Porcentaje en peso valor en el día 3 factor A* Factor B.

Tabla 25. Prueba de tuckey para la variable de % peso valor en el día 3 factor A* Factor B.

DIA 5			
FACTOR A	Factor B	Medias	
DOSIS 0	Madurez 6	0,63	A
DOSIS 0,5	Madurez 6	0,88	A B
DOSIS 0	Madurez 3	1,01	A B
DOSIS 0,5	Madurez 1	1,13	A B
DOSIS 0,3	Madurez 6	1,39	A B
DOSIS 0,3	Madurez 3	1,42	A B
DOSIS 0,5	Madurez 3	1,55	B
DOSIS 0,3	Madurez 1	1,62	B
DOSIS 0	Madurez 1	1,67	B

Elaborado por: Samaniego, P.

En la tabla 25 se muestra los resultados de la prueba de tuckey de acuerdo al día 5 con el factor de dosis de ozono y el índice de madurez, se evidencio dos grupos A y B mismos que presenta diferencia significativa en la dosis 0 madurez 6 grupo A, mientras en el grupo B son diferentes significativamente en la dosis 0,5 madurez 3, Dosis 0,3 madurez 1 y dosis 0 madurez 1. Cabe mencionar que en la madurez 1 dosis cero (testigo) existe una perdida del 1,67 % con relación a su peso inicial.

11.6. Sólidos Solubles Totales (SST=grados Brix)

11.6.1. Análisis de la ANOVA para sólidos solubles totales (°brix)

Tabla 26. Análisis de la ANOVA para sólidos solubles totales (°brix)

F.V.	gl	Dia 1		Dia 2		Dia 3		Dia 4		Dia 5		Dia 6	
		p-valor	sig.										
Repetición	2	0,272	ns	0,508	ns	0,082	ns	0,664	ns	0,998	ns	0,884	ns
D Ozono (A)	2	0,818	ns	0,185	ns	0,123	ns	0,020	**	0,000	***	0,009	***
E Madurez (B)	2	0,432	ns	0,831	ns	0,014	**	0,566	ns	0,424	ns	0,119	ns

É cosecha (C)	1	0,347	ns	0,239	ns	0,064	ns	0,201	ns	0,456	ns	0,203	ns
D Ozono*E Madurez (A*B)	4	0,966	ns	0,092	ns	0,287	ns	0,002	***	0,984	ns	0,001	***
D Ozono*É cosecha (A*C)	2	0,414	ns	0,121	ns	0,080	ns	0,403	ns	0,498	ns	0,674	ns
E Madurez*É cosecha (B*C)	2	0,492	ns	0,531	ns	0,084	ns	0,874	ns	0,865	ns	0,386	ns
D Ozono*E Madurez*É cosecha (A*B*C)	4	0,654	ns	0,703	ns	0,023	**	0,016	**	0,954	ns	0,985	ns
Error	34												
Total	53												

CV (%)	21,69	20,33	10,3	8,37	34,27	47,2
Promedio	16,65	14,86	16,36	15,96	14,90	12,78

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

De acuerdo a los datos obtenidos en el análisis de varianza se obtuvo los resultados descritos en la tabla 26, en donde se observa en la día 1 y 2 no se encontraron diferencias significativas en el promedio de Sólidos Solubles Totales (SST) grados brix, es decir, no existe un efecto de los tratamientos sobre los SST (grados brix) considerando una significancia del 5%.

Mientras que en los días 3 y 4 se evidencia un efecto de interacción de los tres factores a un 5%, es decir, el promedio de los SST (grados brix) depende de la interacción de la dosis de ozono, estado de madurez y época de cosecha.

En el día 5 se evidencia un efecto significativo al 1% debido a la dosis de ozono, es decir, el promedio de los grados brix depende este factor

Finalmente, en el día 6 se evidencia un efecto de interacción doble al 1% de los factores A y B, es decir, el promedio de los grados brix depende de la interacción de la dosis de ozono y estado de madurez.

11.6.1.1. Prueba de Tukey para la variable SST en el día 3 Interacción triple (A*B*C)

Tabla 27: Prueba de Tukey para la variable SST en el día 3 con Interacción triple (A*B*C)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,18074

Error: 2,8386 gl: 34

D Ozono	E Madurez	É cosecha	Medias	n	E.E.	
Dosis 0,5	Madurez 3	Post cosecha	18,47	3	0,97	A
Dosis 0,3	Madurez 1	Post cosecha	18,20	3	0,97	A
Dosis 0,5	Madurez 3	Pre cosecha	17,77	3	0,97	A
Dosis 0,5	Madurez 6	Post cosecha	17,53	3	0,97	A
Dosis 0,3	Madurez 3	Post cosecha	17,40	3	0,97	A
Dosis 0,5	Madurez 1	Post cosecha	17,30	3	0,97	A
Dosis 0,3	Madurez 3	Pre cosecha	17,30	3	0,97	A
Dosis 0	Madurez 6	Post cosecha	17,17	3	0,97	A
Dosis 0	Madurez 6	Pre cosecha	17,00	3	0,97	A B
Dosis 0,5	Madurez 6	Pre cosecha	16,50	3	0,97	A B
Dosis 0,3	Madurez 6	Pre cosecha	16,20	3	0,97	A B
Dosis 0	Madurez 1	Pre cosecha	15,97	3	0,97	A B
Dosis 0	Madurez 3	Pre cosecha	15,90	3	0,97	A B
Dosis 0	Madurez 3	Post cosecha	15,65	3	0,97	A B
Dosis 0,3	Madurez 6	Post cosecha	15,23	3	0,97	A B
Dosis 0,5	Madurez 1	Pre cosecha	14,67	3	0,97	A B
Dosis 0	Madurez 1	Post cosecha	14,20	3	0,97	A B
Dosis 0,3	Madurez 1	Pre cosecha	11,93	3	0,97	B

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

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

De acuerdo a la agrupación en la prueba de Tukey, las diferencias significativas en el promedio de los grados brix mostradas en la Tabla 27 se observó la agrupación de los tratamientos en dos rangos, A y B, donde aquellos que presentan mayor cantidad de SST son los correspondiente al rango correspondiente a una cantidad de 18,47 grados brix en la Dosis 0,5 ppm de ozono a una Madurez 3 de Post cosecha. Por el contrario, presenta un valor menor en el rango B a una dosis de 0,3 ppm en una madurez 1 de precosecha con un dato de 11,93 grados brix. Los SST puede ser influenciados por varios factores como el clima, el riego o estado de madurez de los frutos (Bartel, et all, 2010)

11.6.1.2. Prueba de Tukey para la variable SST día 5 efecto del factor A

Tabla 28 Prueba de Tukey para la variable SST día 5 efecto del factor A

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,16951

Error: 26,0571 gl: 34

D Ozono	Medias	n	E.E.	
Dosis 0,5	17,68	18	1,20	A
Dosis 0,3	16,63	18	1,20	A
Dosis 0	10,37	18	1,20	B

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

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

Las diferencias significativas de la cantidad de grados brix se observa entre el testigo y las dosis de ozono, en este caso, el testigo posee la menor la cantidad promedio de SST de la fruta en el día 5 siendo 10,37 grados brix, sin importar el estado de madurez y época de cosecha. Bataller, et al.2010

menciona que la aplicación de ozono no afecta al contenido de sólidos solubles totales. En el rango A, no hubo diferencia significativa entre las dosis de ozono, lo cual es consistente con Magaña 2013, al inferir que la SST no cambió significativamente desde el día 0 hasta el final de la evaluación.

Prueba de Tukey para la variable SST día 6 interacción doble (A*B)

Tabla 29: Prueba de Tukey para la variable SST día 6 interacción doble (A*B)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,52121

Error: 36,3700 gl: 34

D Ozono	E Madurez	Medias	n	E.E.	
Dosis 0,3	Madurez 3	17,60	6	2,46	A
Dosis 0,5	Madurez 6	16,72	6	2,46	A
Dosis 0,3	Madurez 6	16,08	6	2,46	A
Dosis 0,3	Madurez 1	15,98	6	2,46	A
Dosis 0,5	Madurez 1	14,53	6	2,46	A
Dosis 0	Madurez 3	13,67	6	2,46	A
Dosis 0	Madurez 6	11,02	6	2,46	A B
Dosis 0	Madurez 1	9,38	6	2,46	A B
Dosis 0,5	Madurez 3	9,00	6	2,46	B

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

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

En la tabla 29 se observó dos rangos A y B, en el Rango A se menciona no existe diferentes significativas con relación a la dosis e índice de madurez, excepto en la combinación cuya dosis sea 0,5ppm y su índice de madurez sea de 3 debido a que presentó una cantidad menor de SST es decir contenía 9,00 °Brix presentando una significancia.

11.7. pH

11.7.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el pH

Tabla 30: Prueba de Análisis de varianza (ANOVA) para el pH

F.V.	gl	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6	
		p-valor	sig.										
Repetición	2	0,160	ns	0,752	ns	0,205	ns	0,169	ns	0,997	ns	0,994	ns
D Ozono (A)	2	0,208	ns	0,000	**	<0,000	ns	<0,000	**	0,004	**	0,011	**
E Madurez (B)	2	0,190	ns	0,008	**	0,183	ns	0,074	ns	0,589	ns	0,244	ns
É cosecha (C)	1	<0,000	**	0,000	**	0,076	ns	<0,000	**	0,515	ns	0,569	ns
D Ozono*E Madurez (A*B)	4	0,657	ns	0,081	ns	0,762	ns	<0,000	**	0,760	ns	0,013	**
D Ozono*É cosecha (A*C)	2	0,972	ns	0,003	**	0,437	ns	0,053	ns	0,458	ns	0,573	ns

E Madurez*É cosecha (B*C)	2	0,315	ns	0,088	ns	0,492	ns	0,084	ns	0,789	ns	0,598	ns
D Ozono*E Madurez*É cosecha (A*B*C)	4	0,473	ns	0,713	ns	0,607	ns	<0,0001	** *	0,962	ns	0,644	ns
Error	34												
Total	53												
CV (%)		6,21		0,99		1,32		1,36		35,75		47,2	
Promedio		6,40		6,74		6,70		6,78		6,24		5,65	

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

Al concluir con el análisis ANOVA, se puede evidenciar que en el día 1 existe un efecto significativo en el factor C (época de cosecha) al 1%, es decir, el promedio del pH depende de este factor. Mientras que en el día 2 se observó un efecto significativo en el día 1 debido a las interacciones duales A*C, es decir, el pH promedio depende de la dosis de ozono y la temporada de cosecha, también se observó un efecto significativo demostrado en el factor B (tiempo hasta la madurez). Sin embargo, en el tercer día, no hubo ningún efecto perceptible. En el día 4 se evidenció un efecto de interacción de los tres factores al 1%, es decir, el promedio del pH depende de la interacción de la dosis de ozono, estado de madurez y época de cosecha.

En el día 5 se observó un efecto significativo al 1% debido a la dosis de ozono, es decir, el promedio del pH depende de este factor. Finalmente, en el día 6 se evidenció un efecto significativo al 1% debido a la interacción doble A*C, es decir, el promedio del pH depende de la dosis de ozono y época de cosecha.

11.7.1.1. Prueba de Tukey para la variable de pH Medición 1 Factor C

Tabla 31. Prueba de Tukey para la variable de pH día 1 Factor C

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,21993

Error: 0,1581 gl: 34

É cosecha	Medias	n	E.E.	
Pos cosecha	6,68	27	0,08	A
Pre cosecha	6,13	27	0,08	B

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

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

En la Tabla 31, se puede observar que de acuerdo a la época de cosecha genera dos rangos A y B con respecto al pH que presentan diferencias significativas. Es decir, en el rango A en poscosecha se

presenta un pH promedio mayor de 6,68 cuya consideración es neutra. Sin importar las dosis de ozono y el estado de madurez. Mientras que en el rango B presenta un pH menor de 6,13 en precosecha.

11.7.1.2. Prueba de Tukey para la variable pH día 2 Interacción doble (A*C)

Tabla 32 Prueba de Tukey para la variable de pH día 2 Interacción doble (A*C)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09473

Error: 0,0044 gl: 34

D Ozono	É cosecha	Medias	n	E.E.		
Dosis 0,5	Post cosecha	6,80	9	0,02	A	
Dosis 0,5	Pre cosecha	6,80	9	0,02	A	
Dosis 0	Post cosecha	6,80	9	0,02	A	
Dosis 0,3	Post cosecha	6,74	9	0,02	A	B
Dosis 0,3	Pre cosecha	6,68	9	0,02		B C
Dosis 0	Pre cosecha	6,63	9	0,02		C

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

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

De acuerdo a la Tabla 32 se pudo observar que en el día 2 se generó 3 rangos. Es decir existió un grado de significancia entre los factores A, B, C. Observando la mayor cantidad de pH con un valor de 6,80 en el Rango A cuando el tratamiento refleja una concentración de 0,5ppm de ozono en poscosecha. A comparación del testigo de precosecha que corresponde al Rango C, cuyo pH es menor obteniendo un valor promedio de 6,63. Según Gómez P, (2021), menciona que el pH no varía de forma significativa.

11.7.1.3. Prueba de Tukey para la variable de pH día 2 Factor B

De acuerdo a la tabla 33, existió dos rangos A y B. en el rango A los valores tienden a ser superiores de 6,78 y 6,75. Es decir en cualquier tratamiento del rango A no presentan diferencias significativas, si se quiere obtener el menor valor, corresponde el rango B

Tabla 33. Prueba e Tukey para la variable de pH Dia 2 Factor B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05438

Error: 0,0044 gl: 34

E Madurez	Medias	n	E.E.		
Madurez 6	6,78	18	0,02	A	
Madurez 3	6,75	18	0,02	A	B
Madurez 1	6,70	18	0,02		B

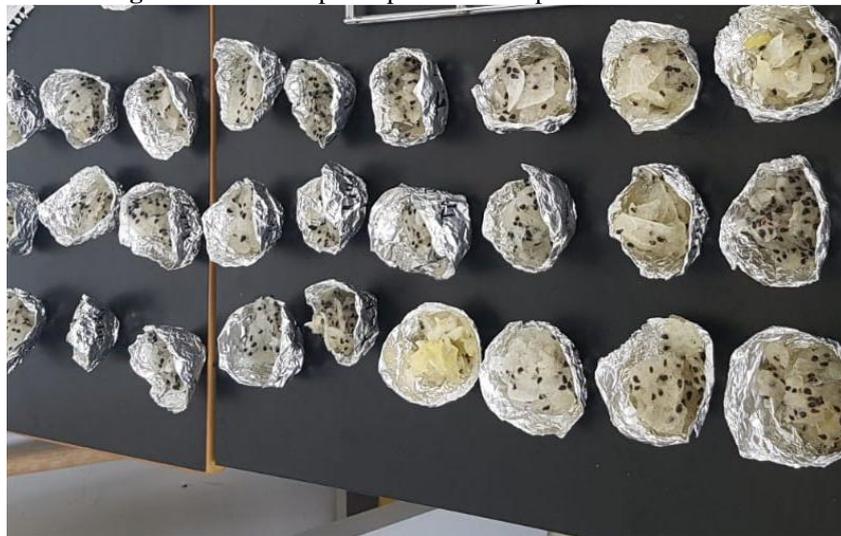
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

11.7.1.4. Prueba de Tukey para la variable de pH día 4 interacción triple
(A*B*C)

De acuerdo a la Tabla 34, se realiza un análisis con tres interacciones, constituyéndose de 7 rangos, en el rango A el pH es de 7,13 siendo el pH más alto de este análisis, mientras que en el Rango 8 existe el pH menor con un valor de 6,45. Si se tomase valores únicamente del grupo no se encontrara significativas a menor que se realicen en corra comparativa.

Fotografía 8: materia prima para medir el ph



Fuente: Samaniego,P. 2022

Tabla 34. Prueba e Tukey para la variable de pH Dia 4 Factor A*B*C

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,28424

Error: 0,0085 gl: 34

D Ozono	E Madurez	É cosecha	Medias	n	E.E.						
Dosis 0,3	Madurez 1	Post cosecha	7,13	3	0,05	A					
Dosis 0,3	Madurez 6	Post cosecha	7,08	3	0,05	A	B				
Dosis 0,5	Madurez 6	Post cosecha	7,05	3	0,05	A	B	C			
Dosis 0,5	Madurez 1	Post cosecha	7,05	3	0,05	A	B	C			
Dosis 0,5	Madurez 3	Post cosecha	6,96	3	0,05	A	B	C	D		
Dosis 0,3	Madurez 6	Pre cosecha	6,90	3	0,05	A	B	C	D	E	
Dosis 0,5	Madurez 1	Pre cosecha	6,81	3	0,05		B	C	D	E	F
Dosis 0,5	Madurez 3	Pre cosecha	6,80	3	0,05		B	C	D	E	F
Dosis 0	Madurez 3	Post cosecha	6,79	3	0,05		C	D	E	F	
Dosis 0,3	Madurez 3	Post cosecha	6,76	3	0,05			D	E	F	G
Dosis 0	Madurez 6	Post cosecha	6,75	3	0,05			D	E	F	G
Dosis 0	Madurez 1	Post cosecha	6,70	3	0,05			D	E	F	G
Dosis 0 ^H	Madurez 1	Pre cosecha	6,67	3	0,05				E	F	G
Dosis 0,3 ^H	Madurez 3	Pre cosecha	6,60	3	0,05					F	G
Dosis 0,5 ^H	Madurez 6	Pre cosecha	6,56	3	0,05					F	G
Dosis 0 ^H	Madurez 3	Pre cosecha	6,53	3	0,05					F	G
Dosis 0 ^H	Madurez 6	Pre cosecha	6,48	3	0,05						G
Dosis 0,3 ^H	Madurez 1	Pre cosecha	6,45	3	0,05						

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

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

11.7.1.5. Prueba de Tukey para la variable de pH día 5 Factor A

Las diferencias significativas del valor de pH se observaron entre el testigo y las dosis de ozono, en este caso, el testigo presento la menor la cantidad promedio de pH de la fruta en el día 5 siendo 4,69 sin importar el estado de madurez y época de cosecha. En el rango A no existen diferencias significativas entre las dosis de ozono.

Tabla 35: Prueba de Tukey para la variable de pH día 5 Factor A

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,82356

Error: 4,9842 gl: 34

D Ozono	Medias	n	E.E.	
Dosis 0,5	7,05	18	0,53	A
Dosis 0,3	6,99	18	0,53	A
Dosis 0	4,69	18	0,53	B

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

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

11.7.1.6. Prueba de Tukey para la variable de pH día 6 Interacción doble (A*B)

Tabla 36: Prueba de Tukey para la variable de pH día 6 Interacción doble (A*B)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,99999

Error: 6,8499 gl: 34

D Ozono	E Madurez	Medias	n	E.E.		
Dosis 0,3	Madurez 1	7,19	6	1,07	A	
Dosis 0,3	Madurez 3	7,15	6	1,07	A	
Dosis 0,3	Madurez 6	7,15	6	1,07	A	
Dosis 0,5	Madurez 6	7,04	6	1,07	A	
Dosis 0,5	Madurez 1	5,92	6	1,07	A	B
Dosis 0	Madurez 3	5,81	6	1,07	A	B
Dosis 0	Madurez 6	4,64	6	1,07	A	B
Dosis 0	Madurez 1	3,63	6	1,07	A	B
Dosis 0,5	Madurez 3	1,39	6	1,07		B

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

Elaborado por: Samaniego, P.

En la tabla 36 se observó dos rangos A y B, en el Rango A mencionaron que no hubo diferencias significativas en la dosis y el índice de madurez, excepto en la combinación que tuvo una dosis de 0.5 ppm y su índice de madurez de 3 porque tenía un pH acidificante de la fruta, las plantas fueron más bajas y produjeron un valor de fermentación de 1.39, por lo que una diferencia significativa en los dos rangos en este tratamiento.

11.8. Comprobación de la hipótesis:

Ho: La aplicación de agua ozonificada (0,3 y 0,5 ppm) sobre la pitahaya como tratamiento de pre y poscosecha no influye en el proceso de madurez.

Hi: La aplicación de agua ozonificada (0,3 y 0,5 ppm) sobre la pitahaya como tratamiento de pre y poscosecha influye en el proceso de madurez

Debido a los resultados obtenidos en los análisis de las variables y factores, se permite evaluar de

forma independiente las hipótesis, para ello se resumen en la Tabla 38 únicamente los factores de estudio en relación a las variables de interés, esto se basa en la tabla 2 de acuerdo a las proximales de las características fisicoquímicas que debe presentar una pitahaya para exponerse en percha o ser comercializada:

Tabla 37. Factores de estudio vs Variables de interés

	IE %	°H %	F (Kg/cm²)	%P	SST (° brix)	pH
Factor A Dosis	Menor en 0,5 ppm 12,59 – 32,50	Promedio en 0,5ppm con 92,34	Promedio en 0,3 ppm con 3.5	ns	Promedio en 0,5 con 17,68	Promedio en 0,5 con 6,78
Factor B Índice de cosecha	Ns	ns	ns	ns	ns	Promedio en madurez 6 con 5,78
Factor C Etapa de cosecha.	Menor en Poscosecha 21,73-42,96	Promedio en Precosecha con 92,54	ns	ns	ns	Promedio en Poscosecha con 6,68

*IE= Índice de enfermedades (%)

*°H= Humedad %

*F= Firmeza (kg/cm²)

*%P= Porcentaje de peso perdido

*SST= Sólidos solubles totales(°Brix)

Elaborado por: Samaniego, P. 2022

Se determina nulo para las variables %P y factor B relacionado con el índice de cosecha, debido a que no tiene efecto en la maduración, a menos que se tenga en cuenta el pH con el índice de madurez, que incide el cambio significativo que presenta es de 6.78. Mientras que %IE, °H, F, SST, pH aceptan la hipótesis alternativa afectando su crecimiento. **IMPACTOS**

12.1. Impacto Social

Favorece al área social en el sector educativo con relación a la investigación. El proyecto permitió conocer que las concentraciones de 0,3 y 0,5ppm no reduce la tasa de respiración. Sin embargo, se podría aplicar concentraciones mayores a 0,5 ppm y controlar el tiempo de exposición de esta forma se genera una alternativa para el sector agrícola, en el área comercial.

13. Presupuesto para la elaboración del proyecto

Tabla 38. Presupuesto

PRESUPUESTO PARA REALIZAR EL PRESENTE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN				
RECURSOS	Can t.	UNIDAD	Valor Unitario \$	Valor Total \$
MATERIA PRIMA				
Pitahaya	594		0,33	196,02
Agua Embotellada	3	Bidones	3	9
Subtotal				205,02
MANO DE OBRA				
Reconocimiento y etiquetado de la Pitahaya grado 1, 3,6	1	Jornal	10	10
Aplicación del Ozono En Precosecha	1	Jornal	10	10
Aplicación De Ozono En Post Cosecha	1	Jornal	5	5
Cosecha	3	Jornal	10	30
Subtotal				55
MATERIAL DE CAMPO				
Tijeras	3		4,8	14,4
Canastas	7		3	21
Bomba De Fumigar	1		25	25
Guantes	1		3,5	3,5
Subtotal				63,9
TRANSPORTE Y ALIMENTACIÓN				
Transporte A Palora	1	Combustible	25	25
Subtotal				25,0
MATERIALES DE LABORATORIO				
Papel De Aluminio	2	Rollo	2,5	5
Bandejas Plásticas Color Blanco	56		2	112
Subtotal				117
MATERIAL DE OFICINA				
Esfero	1		0,5	0,5
Cuaderno	1		1,5	1,5
Rotulador	2		1,3	2,6
Subtotal				4,6
TOTAL				475,52

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1.CONCLUSIONES

- Se determinó que el índice de cosecha es irrelevante en la aplicación de ozono, a menos que se utilice como una variable de interés el pH, se debe utilizar un índice de 6 para obtener el pH adecuado de a la comercialización.
- Se concluye que las concentraciones de 0,5ppm es óptimo debido las variables de interés al utilizar esta concentración se aproximan a los valores requeridos en el proceso de comercialización. Mencionando la baja incidencia del 12% que se desarrolla sobre los frutos aplicados a comparación de los testigos.
- Tras el análisis, la mejor etapa es poscosecha ya que presenta menor incidencia de enfermedades en comparación a los testigos esto se debe a la exposición que mantuvo el agua ozonificada con las frutas.

14.2.RECOMENDACIONES

- Para estudios posteriores sobre la aplicación de ozono sobre pitahaya es recomendable que se utilicen dosis de Ozono mayores a 0,7ppm, para reducir el porcentaje del índice de enfermedades.
- Para evitar el deterioro de la fruta es recomendable realizar estudios posteriores en los cuales se controle los factores ambientales como temperatura, humedad relativa, y exposición directa a la luz solar.
- Debido a que el ozono reduce la incidencia de enfermedades es importante realizar estudios posteriores se determine agentes causales de plagas, enfermedades y fisiopatías, para conocer con mayor exactitud.

15. BIBLIOGRAFÍA

- AGRO-PODUCCION. (2016, July). ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES PALORA EXPORTA CINCO TONELADAS DE PITAHAYA A CANADÁ. <https://Www.Agricultura.Gob.Ec/Asociacion-de-Productores-Palora-Exporta-Cinco-Toneladas-de-Pitahaya-a-Canada/#:~:Text=pitahaya>.
- Castillo-Martínez, M., Muñoz, L., & Guzmán, M. (2005). CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y COMPATIBILIDAD SEXUALDE CINCO GENOTIPOS DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus*). *Agrociencia*, 39. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30239206>
- De Chonata-Jimenez, E. (2018). EFECTO DE LA APLICACIÓN POSCOSECHA DE OZONO GASEOSO SOBRE LA TASA RESPIRATORIA Y LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucusBenth*).
- De la Fuente, S. (2011). *Análisis Factorial Santiago de la Fuente Fernández*.
- FAO. (2015). PROCESOS DE CONSERVACIÓN. <https://Www.Fao.Org/3/X5062s/X5062s08.Htm>.
- FAO-PRODAR. (2014). PRODUCTOS FRESCOS DE FRUTAS FICHAS TÉCNICAS.
- Guijarro-Fuertes, M., José Andrade-Cuv, M., & Moreno-Guerrero, C. (2020). EVALUACIÓN DEL USO DE OZONO GASEOSO EN MORA (RUBUS GLAUCUS BENTH) SIN ESPINAS COMO TRATAMIENTO POSCOSECHA. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
- Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, M., Coronel, D., Verdugo, K., & Coba Santamaría, P. (2015). DESARROLLO DE LA PITAHAYA (*Cereus SP.*) EN ECUADOR. *La Granja: Revista de Ciencias de La Vida*, 22(2), 50–58. <https://doi.org/10.17163/lgr.n22.2015.05>
- Huertos -Y- Mas. (2020, August 27). VARIEDADES DE PITAHAYA. <https://Huertosymas.Com/Tipos-de-Pitaya/>.
- Jose Andrade-Cuvi, M., Guijarro-Fuertes, M., & Jara-Gómez, S. (2018). EFECTO DEL TRATAMIENTO

CON OZONO GASEOSO SOBRE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE NARANJILLA (*Solanum quitoense* Lam).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?>

Liangji, X. (2008). USO DE OZONO PARA MEJORAR LA SEGURIDAD DE FRUTAS Y VEGETALES FRESCOS. MUNDO ALTERNATIVO.

MAG. (2018, March 30). PRODUCTORES DE PITAHAYA DE EL ORO SON CAPACITADOS EN MANEJO DEL CULTIVO. <https://Www.Agricultura.Gob.Ec/Productores-de-Pitahaya-de-El-Oro-Son-Capacitados-En-Manejo-Del-Cultivo/#:~:Text=En%20el%20Ecuador%20cultivan%20850,Total%20de%2015%20hect%C3%A1reas%2C%20aproximadamente.>

Montesino, J., Rodriguez, L., Ortiz, G., & Guevara, F. (2015). PITAHAYA (*Hylocereus* spp.) UN RECURSO FITOGENÉTICO CON HISTORIA Y FUTURO PARA EL TRÓPICO SECO MEXICANO. *Inca*, 36, 67–76.

Mora, P. (2012). MANEJO FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE LA PITAHAYA MEDIDAS PARA LA TEMPORADA INVERNAL.
<http://www.comunicacion.amc.edu.mx/comunicacion/noticias/images/cyd-040809-pitahaya3-g.jpg>

OIRSA. (2000). MANUAL TÉCNICO BUENAS PRACTICAS DE CULTIVO EN PITAHAYA.
<https://doi.org/10.1>

Páez, C. (2017, May 19). TRATAMIENTOS HIDROTÉRMICOS CONTRA LAS PODREDUMBRES DE LA PITAHAYA AMARILLA DURANTE EL PERIODO POSCOSECHA. [https://Www.Poscosecha.Com/Es/Noticias/Tratamientos-Hidrotermicos-Contra-Las-Podredumbres-de-La-Pitahaya-Amarilla-Durante-El-Periodo-Poscosecha/_id:80420/.](https://Www.Poscosecha.Com/Es/Noticias/Tratamientos-Hidrotermicos-Contra-Las-Podredumbres-de-La-Pitahaya-Amarilla-Durante-El-Periodo-Poscosecha/_id:80420/)

PROCOMER, & BID. (n.d.). MANUAL DE SIEMBRA PITAHAYA.

Ramón-Sabando, G., Ugando-Peñate, M., Yasmany-Cueva, Torres, E., Villalón Peñate, A., Mendoza, E.,

Arias, E., & Minda, J. (2020). MODELACIÓN PRODUCTIVA Y PRONÓSTICOS DE LAS VENTAS DEL CULTIVO DE LA PITAHAYA *en*.

SENADI. (2018, June 28). EL CULTIVO DE LA PITAHAYA. <https://www.derechosintelectuales.gob.ec/senadi-entrega-el-certificado-de-denominacion-de-origen-por-la-pitahaya-amazonica-de-palora/#:~:Text=La%20Pitahaya%20de%20Palora%20es%20el%20producto%20de%20mayor%20calidad,Un%20nivel%20de%20calidad%20constante>.

Sotomayor-Correa, A., Pitizaca, S., Sánchez, M., Burbano, A., Díaz, A., Nicolalde, J., Viera, W., Caicedo, C., & Vargas, Y. (2019). EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA DE FRUTA DE PITAHAYA (*Selenicereus megalanthus*) EN DIFERENTES ESTADOS DE DESARROLLO. *Enfoque UTE*, 10(1), 89–96. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n1.386>

Univ, zaragoza. (n.d.). PRACTICA_1_HUMEDAD.

Venta, M., Cruz, S., & García, M. (2010). EL OZONO: UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE EN EL TRATAMIENTO POSCOSECHA DE FRUTAS Y HORTALIZAS. *Reseña Analítica*, 41(3), 155–164.

Yamil Cañar Sena, D., María Caetano, C., & Macgayver Bonilla-Morales, M. (2014). CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y PROXIMAL DEL FRUTO DE PITAHAYA AMARILLA [*Selenicereus megalanthus* (*K. Schum. Ex Vaupel*) MORAN] CULTIVADA EN COLOMBIA. *Agron*, 22(1), 77–87

16. ANEXOS

Anexo A Unidad de análisis testigo en el día 15,



Fuente: Samaniego C. 2022

Anexo B Secado de la Fruta,



Fuente: Samaniego C. 2022

Anexo C Pitahaya secada



Fuente: Samaniego C. 2022

Anexo D Pitahaya seleccionada,



Fuente: Samaniego C. 2022

Anexo E Preparación de la muestra para el análisis químico de las variables,



Fuente: Samaniego C. 2022

Anexo F Pitahaya recolectadas



Fuente: Samaniego C. 2022

Anexo G Análisis de varianza del ancho

F.V.	gl	Medición 1		Medición 2		Medición 3		Medición 4		Medición 5		Medición 6	
		p-valor	sig										
Repetición	3	0,078	ns	0,371	ns	0,198	ns	0,341	ns	0,115	ns	0,114	ns
D Ozono (A)	2	0,029	**	0,023	**	0,008	**	0,008	**	0,021	**	0,071	ns
E Madurez (B)	2	0,003	**	0,011	**	0,003	**	0,000	**	0,001	**	<0,000	**
É cosecha (C)	1	<0,000	**	<0,000	**	<0,000	**	<0,000	**	<0,000	**	<0,000	**
D Ozono*E Madurez (A*B)	4	0,004	**	0,007	**	0,003	**	0,001	**	0,013	**	0,034	**
D Ozono*É cosecha (A*C)	2	<0,000	**	<0,000	**	<0,000	**	<0,000	**	<0,000	**	<0,000	**
E Madurez*É cosecha (B*C)	2	0,769	ns	0,701	ns	0,733	ns	0,319	ns	0,121	ns	0,000	**
D Ozono*E Madurez*É cosecha (A*B*C)	4	<0,000	**	<0,000	**	<0,000	**	<0,000	**	<0,000	**	<0,000	**
Error	33												
Total	53												
CV (%)		5,01		5,74		5,66		5,73		5,04		5,17	
Promedio		74,18		71,70		70,53		68,85		69,95		66,64	

En todas los días se evidencia un efecto significativo al 1% en la interacción triple, es decir, el ancho promedio del fruto difiere por el efecto de interacción de la dosis de ozono, índice de madurez y etapa de cosecha. No hay una característica general por eso no se puede generar un criterio global, el grupo A en algunos días contiene desde 7 hasta 10 tratamientos

*Prueba de Tukey para la variable Ancho Medición 1 Interacción trile (A*B*C)*

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,45007

Error: 13,8028 gl: 33

D Ozono	E Madurez	É Cosecha	Medias	n	E.E.					
Dosis 0,5	Madurez 1	Pre cosecha	84,16	3	2,14	A				
Dosis 0,3	Madurez 1	Pre cosecha	84,08	3	2,14	A				
Dosis 0,3	Madurez 6	Pre cosecha	83,82	3	2,14	A				
Dosis 0,5	Madurez 6	Post cosecha	83,63	3	2,14	A				
Dosis 0	Madurez 6	Pre cosecha	81,68	3	2,14	A	B			
Dosis 0,3	Madurez 3	Pre cosecha	78,04	3	2,14	A	B	C		
Dosis 0	Madurez 3	Pre cosecha	77,82	3	2,14	A	B	C	D	
Dosis 0,5	Madurez 1	Post cosecha	74,39	3	2,14	A	B	C	D	E
Dosis 0,5	Madurez 3	Post cosecha	73,25	3	2,14	A	B	C	D	E
Dosis 0	Madurez 1	Post cosecha	72,89	3	2,14	A	B	C	D	E
Dosis 0,3	Madurez 6	Post cosecha	71,64	3	2,14		B	C	D	E
Dosis 0,3	Madurez 1	Post cosecha	70,25	3	2,14		B	C	D	E
Dosis 0	Madurez 3	Post cosecha	68,56	3	2,14		C	D	E	
Dosis 0,5	Madurez 6	Pre cosecha	67,95	3	2,14		C	D	E	
Dosis 0,5	Madurez 3	Pre cosecha	66,90	3	2,14		C	D	E	
Dosis 0	Madurez 6	Post cosecha	66,43	3	2,14				D	E
Dosis 0,3	Madurez 3	Post cosecha	65,43	3	2,14					E
Dosis 0	Madurez 1	Pre cosecha	64,36	3	2,14					E

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

*Prueba de Tukey para la variable Ancho día 2 Interacción trile (A*B*C)*

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,69383

Error: 16,9643 gl: 33

D Ozono	E Madurez	É Cosecha	Medias	n	E.E.					
Dosis 0,5	Madurez 1	Pre cosecha	82,71	3	2,38	A				
Dosis 0,5	Madurez 6	Post cosecha	82,20	3	2,38	A				
Dosis 0,3	Madurez 6	Pre cosecha	82,11	3	2,38	A				
Dosis 0,3	Madurez 1	Pre cosecha	81,05	3	2,38	A	B			
Dosis 0	Madurez 6	Pre cosecha	78,40	3	2,38	A	B	C		
Dosis 0,3	Madurez 3	Pre cosecha	76,66	3	2,38	A	B	C	D	
Dosis 0	Madurez 3	Pre cosecha	76,63	3	2,38	A	B	C	D	
Dosis 0,5	Madurez 1	Post cosecha	71,79	3	2,38	A	B	C	D	E
Dosis 0	Madurez 1	Post cosecha	70,67	3	2,38	A	B	C	D	E
Dosis 0,3	Madurez 6	Post cosecha	69,13	3	2,38		B	C	D	E
Dosis 0,5	Madurez 3	Post cosecha	68,67	3	2,38		B	C	D	E
Dosis 0,3	Madurez 1	Post cosecha	66,79	3	2,38			C	D	E
Dosis 0,5	Madurez 6	Pre cosecha	65,78	3	2,38			C	D	E
Dosis 0	Madurez 3	Post cosecha	65,24	3	2,38				D	E
Dosis 0,5	Madurez 3	Pre cosecha	64,41	3	2,38				D	E
Dosis 0	Madurez 1	Pre cosecha	64,33	3	2,38				D	E
Dosis 0,3	Madurez 3	Post cosecha	63,55	3	2,38					E
Dosis 0	Madurez 6	Post cosecha	60,51	3	2,38					E

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

Prueba de Tukey para la variable Ancho Medición 3 Interacción trile (A*B*C)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,31405

Error: 15,9644 gl: 33

D Ozono	E Madurez	É Cosecha	Medias	n	E.E.	
Dosis 0,3	Madurez 6	Pre cosecha	83,26	3	2,31	A
Dosis 0,3	Madurez 1	Pre cosecha	82,23	3	2,31	A B
Dosis 0,5	Madurez 1	Pre cosecha	81,80	3	2,31	A B

Dosis 0,5	Madurez 6	Post cosecha	80,28	3	2,31	A	B	C			
Dosis 0	Madurez 6	Pre cosecha	76,84	3	2,31	A	B	C	D		
Dosis 0,3	Madurez 3	Pre cosecha	75,46	3	2,31	A	B	C	D	E	
Dosis 0	Madurez 3	Pre cosecha	75,17	3	2,31	A	B	C	D	E	
Dosis 0,5	Madurez 1	Post cosecha	70,03	3	2,31		B	C	D	E	F
Dosis 0	Madurez 1	Post cosecha	69,39	3	2,31			C	D	E	F
Dosis 0,3	Madurez 6	Post cosecha	67,40	3	2,31				D	E	F
Dosis 0,5	Madurez 3	Post cosecha	66,65	3	2,31				D	E	F
Dosis 0,3	Madurez 1	Post cosecha	65,70	3	2,31				D	E	F
Dosis 0	Madurez 3	Post cosecha	64,49	3	2,31					E	F
Dosis 0,5	Madurez 6	Pre cosecha	64,18	3	2,31					E	F
Dosis 0,5	Madurez 3	Pre cosecha	63,23	3	2,31					E	F
Dosis 0	Madurez 1	Pre cosecha	63,18	3	2,31					E	F
Dosis 0,3	Madurez 3	Post cosecha	61,51	3	2,31						F
Dosis 0	Madurez 6	Post cosecha	58,77	3	2,31						F

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

Prueba de Tukey para la variable Ancho Medición 4 Interacción trile (A*B*C)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=12,35180

Error: 15,5531 gl: 32

D Ozono	E Madurez	É Cosecha	Medias	n	E.E.					
Dosis 0,5	Madurez 1	Pre cosecha	82,40	3	2,28	A				
Dosis 0,3	Madurez 6	Pre cosecha	82,37	3	2,28	A				
Dosis 0,3	Madurez 1	Pre cosecha	79,95	3	2,28	A				
Dosis 0,5	Madurez 6	Post cosecha	78,05	3	2,28	A	B			
Dosis 0	Madurez 6	Pre cosecha	75,58	3	2,28	A	B	C		
Dosis 0,3	Madurez 3	Pre cosecha	74,80	3	2,28	A	B	C		
Dosis 0	Madurez 3	Pre cosecha	73,26	3	2,28	A	B	C	D	
Dosis 0,5	Madurez 1	Post cosecha	66,61	3	2,28		B	C	D	E
Dosis 0	Madurez 1	Post cosecha	66,47	3	2,28		B	C	D	E

Dosis 0,3	Madurez 6	Post cosecha	65,61	3	2,28	C	D	E
Dosis 0,3	Madurez 1	Post cosecha	64,69	3	2,28	C	D	E
Dosis 0	Madurez 1	Pre cosecha	62,24	3	2,28		D	E
Dosis 0	Madurez 3	Post cosecha	62,22	3	2,28		D	E
Dosis 0,5	Madurez 3	Pre cosecha	61,98	3	2,28		D	E
Dosis 0,5	Madurez 6	Pre cosecha	61,87	3	2,28		D	E
Dosis 0,5	Madurez 3	Post cosecha	60,48	3	2,28			E
Dosis 0,3	Madurez 3	Post cosecha	60,17	3	2,28			E
Dosis 0	Madurez 6	Post cosecha	56,35	2	2,79			E

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

Prueba de Tukey para la variable Ancho Medición 5 Interacción trile (A*B*C)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,57733

Error: 12,4332 gl: 29

D Ozono	E Madurez	É Cosecha	Medias	n	E.E.					
Dosis 0,3	Madurez 1	Pre cosecha	81,07	2	2,49	A				
Dosis 0,5	Madurez 1	Pre cosecha	81,00	3	2,04	A				
Dosis 0,3	Madurez 6	Pre cosecha	80,72	3	2,04	A	B			
Dosis 0,5	Madurez 6	Post cosecha	76,80	3	2,04	A	B	C		
Dosis 0	Madurez 6	Pre cosecha	74,08	3	2,04	A	B	C	D	
Dosis 0,3	Madurez 3	Pre cosecha	72,98	3	2,04	A	B	C	D	E
Dosis 0	Madurez 3	Pre cosecha	71,69	3	2,04	A	B	C	D	E
Dosis 0,5	Madurez 1	Post cosecha	69,71	3	2,04	A	B	C	D	E
Dosis 0	Madurez 1	Post cosecha	69,15	3	2,04		B	C	D	E
Dosis 0,3	Madurez 6	Post cosecha	68,27	3	2,04			C	D	E
Dosis 0,5	Madurez 3	Post cosecha	66,57	3	2,04			C	D	E
Dosis 0,5	Madurez 6	Pre cosecha	66,08	3	2,04			C	D	E
Dosis 0,3	Madurez 1	Post cosecha	64,73	3	2,04				D	E
Dosis 0	Madurez 3	Post cosecha	63,36	3	2,04				D	E
Dosis 0,3	Madurez 3	Post cosecha	62,62	2	2,49				D	E

Dosis 0	Madurez 1	Pre cosecha	62,45	2	2,49	E
Dosis 0,5	Madurez 3	Pre cosecha	62,09	3	2,04	E
Dosis 0	Madurez 6	Post cosecha	61,67	2	2,49	E

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

· Prueba de Tukey para la variable Ancho Medición 6 Interacción trile (A*B*C)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,52062

Error: 11,8852 gl: 22

D Ozono	E Madurez	É Cosecha	Medias	n	E.E.					
Dosis 0,3	Madurez 1	Pre cosecha	79,64	2	2,50	A				
Dosis 0,5	Madurez 1	Pre cosecha	79,63	3	2,04	A				
Dosis 0,3	Madurez 6	Pre cosecha	79,27	3	2,04	A				
Dosis 0,5	Madurez 6	Post cosecha	75,05	3	2,04	A	B			
Dosis 0,3	Madurez 3	Pre cosecha	72,50	1	3,53	A	B	C		
Dosis 0	Madurez 6	Pre cosecha	72,37	3	2,04	A	B	C	D	
Dosis 0	Madurez 3	Pre cosecha	69,51	3	2,04	A	B	C	D	E
Dosis 0	Madurez 1	Post cosecha	65,62	2	2,50	B	C	D	E	
Dosis 0,5	Madurez 1	Post cosecha	64,21	2	2,50	B	C	D	E	
Dosis 0	Madurez 1	Pre cosecha	62,80	1	3,53	B	C	D	E	
Dosis 0,3	Madurez 6	Post cosecha	62,61	3	2,04	B	C	D	E	
Dosis 0,3	Madurez 1	Post cosecha	61,69	3	2,04	B	C	D	E	
Dosis 0,5	Madurez 3	Pre cosecha	60,10	2	2,50		C	D	E	
Dosis 0,5	Madurez 6	Pre cosecha	58,87	3	2,04			D	E	F
Dosis 0,3	Madurez 3	Post cosecha	57,86	2	2,50				E	F
Dosis 0,5	Madurez 3	Post cosecha	57,48	3	2,04				E	F
Dosis 0	Madurez 3	Post cosecha	56,52	2	2,50				E	F
Dosis 0	Madurez 6	Post cosecha	46,26	1	3,53					F

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