

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



T E S I S

Influencia del uso combinado de cloruro de calcio, sachet absorbente de etileno y atmósfera modificada sobre la calidad postcosecha y vida útil de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) durante el almacenamiento al ambiente

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero en Industrias Alimentarias**

Autores:

Bach. Erickson Joel TORRES VASQUEZ

Bach. Ilen Marilyn MANDARACHI ESCOBAR

Asesor:

Dr. Wuelber Joel TORRES SUAREZ

La Merced - Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



T E S I S

Influencia del uso combinado de cloruro de calcio, sachet absorbente de etileno y atmósfera modificada sobre la calidad postcosecha y vida útil de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) durante el almacenamiento al ambiente

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Fortunato Candelario PONCE ROSAS

PRESIDENTE

Dr. Antonio OTAROLA GAMARRA

MIEMBRO

Mg. Rafael MATENCIO GERÓNIMO

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 081-2024/UIFCCAA/V

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
MANDARACHI ESCOBAR, Ilen Marilyn
TORRES VASQUEZ, Erickson Joel

Escuela de Formación Profesional
Industrias Alimentarias – La Merced

Tipo de trabajo
Tesis

Influencia del uso combinado de cloruro de calcio, sachet absorbente de etileno y atmosfera modificada sobre la calidad postcosecha y vida útil de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) durante el almacenamiento al ambiente

Asesor
Dr. Torres Suarez, Wuelber Joel

Índice de similitud
5 %

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti plagio.

Cerro de Pasco, 23 de setiembre de 2024



Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a Dios, por concedernos la sabiduría, fortaleza e iluminación en cada paso del camino para seguir adelante.

A nuestros padres, cuyo ejemplo de sacrificio, apoyo constante y dedicación han sido el pilar para superar los desafíos y conseguir nuestros logros

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expresamos nuestro profundo agradecimiento a Dios, por habernos brindado la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia para superar los obstáculos en cada momento de nuestras vidas. Sin su guía y bendición, este logro no hubiera sido posible.

A nuestros padres y familiares por su apoyo incondicional y sacrificios constantes para alcanzar nuestras metas.

A nuestro asesor Dr. Wuelber Joel Torres Suarez, por compartir sus conocimientos y el tiempo dedicado en la orientación y desarrollo de esta investigación.

Nuestra gratitud a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en particular a la Escuela de Formación Profesional de Industrias Alimentarias de la Filial La Merced por acogernos y brindado la oportunidad para desarrollarnos profesionalmente

A nuestros profesores, quienes a lo largo de estos años nos guiaron con su conocimiento y dedicación. Gracias por su paciencia, orientación y ejemplo.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como propósito evaluar la influencia de diferentes dosis de cloruro de calcio (CaCl_2) y sachet absorbente de etileno (KMnO_4), sobre la calidad postcosecha de frutos quito quito (*Solanum quitoense* L.) almacenados al ambiente. Los frutos fueron seleccionados, higienizados, sumergidos en solución de CaCl_2 a las concentraciones de 1 y 2% durante 10 minutos, secados y envasados en bandejas PET conteniendo sachets absorbentes de etileno con KMnO_4 en las concentraciones de 3 y 6g y almacenados a temperatura ambiente durante 20 días. Los tratamientos fueron: To (control), T1 (1% CaCl_2 + 3g KMnO_4); T2 (1% CaCl_2 + 6g KMnO_4); T3 (2% CaCl_2 + 3g KMnO_4) y T4 (2% CaCl_2 + 6g KMnO_4). Se realizaron análisis de tratamientos a intervalos de 4 días para determinar la calidad postcosecha. Los datos analizados en diseño bloque completamente al azar y prueba de Tukey mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en las características fisicoquímicas de pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles, pH, acidez titulable; y en las características sensoriales de color, apariencia, aroma y aceptabilidad. Todos los tratamientos superaron al control, y el mejor resultado se obtuvo con el tratamiento T4 al presentar la menor pérdida de peso acumulado (4.95%), menor pérdida de firmeza (67.71%), mayor SST (10.23°brix), menor acidez titulable (3.31%) y mayor retención de la apariencia, aroma, y aceptabilidad. Se concluye que el CaCl_2 a la concentración de 2% combinado con 2 sachets (6g KMnO_4) prolongan la vida útil del quito quito hasta 17.33 días a temperatura ambiente, 7.10 días más que el control.

Palabras clave. Calidad postcosecha, etileno, sachets de permanganato de potasio, cloruro de calcio, vida útil postcosecha.

ABSTRACT

The purpose of the present study was to evaluate the influence of different doses of calcium chloride (CaCl₂) and ethylene absorbent sachet (KMnO₄), on the postharvest quality of quito quito fruits (*Solanum quitoense* L.) stored in ambient conditions. The fruits were selected, sanitized, immersed in CaCl₂ solution at concentrations of 1 and 2% for 10 minutes, dried and packed in PET trays containing ethylene absorbent sachets with KMnO₄ at concentrations of 3 and 6g and stored at room temperature for 20 days. The treatments were: To (control), T1 (1% CaCl₂ + 3g KMnO₄); T2 (1%CaCl₂ + 6g KMnO₄); T3 (2%CaCl₂ + 3g KMnO₄) and T4 (2%CaCl₂ + 6g KMnO₄). Analyses of treatments were performed at 4-day intervals to determine postharvest quality. Data analyzed in a completely randomized block design and Tukey's test showed significant differences ($p < 0.05$) in the physicochemical characteristics of weight loss, firmness, soluble solids, pH, titratable acidity; and in the sensory characteristics of color, appearance, aroma and acceptability. All treatments outperformed the control, and the best result was obtained with treatment T4, which presented the lowest cumulative weight loss (4.95%), lowest loss of firmness (67.71%), highest TSS (10.23°brix), lowest titratable acidity (3.31%) and highest retention of appearance, aroma and acceptability. It is concluded that CaCl₂ at 2% concentration combined with 2 sachets (6g KMnO₄) prolongs the shelf life of quito quito up to 17.33 days at room temperature, 7.10 days longer than the control.

Keywords. Postharvest quality, ethylene, potassium permanganate sachets, calcium chloride, postharvest shelf life.

INTRODUCCION

El quito quito, naranjilla o lulo (*Solanum quitoense* Lam.) es un fruto tropical producido en altitudes que varían entre 1.600 y 2.400 m.s.n.m. de gran aceptación en mercados internacionales como Estados Unidos y Europa (Medina et al., 2023). Los principales productores son Colombia y Ecuador seguidos, a pequeña escala por Perú, Venezuela, Costa Rica, Puerto Rico y Guatemala (Revelo M. et al., 2010). La producción en Perú es menor, limitado a zonas de selva central como Oxapampa en la Región Pasco.

El fruto presenta un atractivo color en la epidermis que cambia gradualmente durante la maduración de verde oscuro a verde claro y luego muestra tonos amarillos hasta alcanzar un color amarillo uniforme característico de la fruta madura (Loaiza et al., 2014). Al respecto, la Norma Técnica Colombiana. NTC 5093, (2002) clasifica en seis estados de maduración (0-5), color 0 para frutos de color verde oscuro y color 5, frutos totalmente anaranjados. Presenta una fuente potencial de nutrientes con aporte de fibra, minerales, compuestos bioactivos (vitamina C, polifenoles y carotenoides) y capacidad antioxidante en elevada proporción en comparación de otros frutos (Obregón-La Rosa, Arias- Arroyo, et al., 2021). Se considera un fruto climatérico cuya tasa de respiración es menor que la de otros frutos climatéricos (Acosta et al., 2009). Durante la postcosecha, las pérdidas del fruto de naranjilla pueden ser de hasta 50% en las etapas de manejo, transporte y almacenamiento (Forero et al., 2014). Actualmente, existe una tendencia por alargar la vida útil de los vegetales y mantener su calidad inicial por un mayor período, los cuales se ven afectados por el etileno, que puede producir cambios indeseados en la apariencia, textura y sabor de las frutas y verduras. Para evitarlo, se utilizan absorbentes de etileno (Ruiz & Puente, 2020). Por esta razón, se han desarrollado tecnologías postcosecha para mantener la calidad del producto y reducir las pérdidas (Medina et al., 2023). Entre las tecnologías más recientes y eficaces para el retraso de la senescencia se

viene usando los sobres absorbedores de etileno (SAE) con permanganato de potasio los cuales mantiene la calidad deseada (Balaguera-López, Salamanca-Gutiérrez, et al., 2014; Meena, 2022). Asimismo, las sales de cloruro de calcio pueden extender la vida de almacenamiento de las frutas frescas, manteniendo la firmeza y turgencia celular con otras técnicas como (Adelaide et al., 2013, citado por Pérez & Quintero, 2015). En el presente estudio se ha investigado el uso combinado de estas técnicas en los frutos de quito quito, con resultados satisfactorios para ampliar su vida comercial y de consumo.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

INDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.3. Formulación del problema	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas específicos	3
1.4. Formulación de objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Justificación de la investigación	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	6
2.2. Bases teóricas – científicas	11
2.2.1. Quito quito.....	11
2.2.2. Factores de la fisiología postcosecha	16
2.2.3. Tecnologías postcosecha y control de etileno	21

2.2.4.	Calidad postcosecha	23
2.2.5.	Almacenamiento y vida útil del quito quito	26
2.2.6.	Requisitos de calidad para quito quito.....	26
2.3.	Definición de términos básicos	29
2.4.	Formulación de hipótesis	30
2.4.1.	Hipótesis general	30
2.4.2.	Hipótesis específica.....	30
2.5.	Identificación de variables	31
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	31

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de Investigación.....	32
3.2.	Nivel de investigación.....	32
3.3.	Método de investigación	32
3.4.	Diseño de la investigación	33
3.5.	Población y muestra	34
3.5.1.	Población	34
3.5.2.	Muestra	34
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.6.1.	Técnicas de recolección de datos	35
3.6.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	35
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	37
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	37
3.8.1.	Técnicas de procesamiento de datos.....	37
3.8.2.	Técnicas de análisis de datos.....	40
3.9.	Tratamiento estadístico	44
3.10.	Orientación ética filosófico y epistémica.....	44

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	46
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	47
4.2.1. Características iniciales de la materia prima	47
4.2.2. Temperatura y humedad relativa de almacenamiento	49
4.2.3. Características fisicoquímicas del almacenamiento.	49
4.2.4. Características sensoriales durante el almacenamiento	63
4.2.5. Evaluación de vida útil	70
4.2.6. Análisis del mejor tratamiento.....	72
4.3. Prueba de hipótesis.....	73
4.4. Discusión de resultados.....	74
4.4.1. Características iniciales del fruto de quito quito	74
4.4.2. Características fisicoquímicas en almacenamiento	76
4.4.3. Características sensoriales y vida útil.....	84
4.4.4. Análisis del mejor tratamiento.....	88

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía del quito quito (<i>Solanum quitoense</i> L.)	12
Tabla 2: Composición química y nutricional del quito quito	15
Tabla 3: Clasificación de productos frescos según producción de etileno a 20°C	20
Tabla 4: Calibres para naranjilla según Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN 2 303 (2009)	28
Tabla 5: Requisitos fisicoquímicos de la naranjilla según su estado de madurez. Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN 2 303 (2009)	28
Tabla 6: Requisitos fisicoquímicos de la naranjilla según su estado de madurez. Norma Técnica Colombiana NTC 5903 (2002), Rojas A.,(s. f.)	29
Tabla 7: Operacionalización de variables	31
Tabla 8: Distribución de los tratamientos	34
Tabla 9: Características físicas iniciales de la materia prima	47
Tabla 10: Características fisicoquímicas iniciales de la materia prima	48
Tabla 11: Prueba de Tukey ($p<0.05$) para pérdida de peso (%) durante el almacenamiento del quito quito.....	50
Tabla 12: Prueba de Tukey ($p<0.05$) para el contenido de firmeza en kgf/cm ² durante el almacenamiento del quito quito.....	52
Tabla 13: Pérdida de firmeza acumulado (%) durante el almacenamiento del quito quito	54
Tabla 14: Prueba de Tukey ($p<0,05$) de variación del pH durante el almacenamiento del quito quito.....	55
Tabla 15: Prueba de Tukey ($p<0.05$) para variación de la acidez titulable (%) durante el almacenamiento del quito quito.....	57

Tabla 16: Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para la variación de los sólidos solubles totales (°brix) durante el almacenamiento del quito quito	59
Tabla 17: Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para el índice de madurez del quito quito durante el almacenamiento	61
Tabla 18: Contenido de vitamina C en quito quito según tratamientos (mg/100g) y la variación porcentual de pérdida durante el almacenamiento	62
Tabla 19: Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para el color del quito quito según tratamientos y días de almacenamiento al ambiente	63
Tabla 20: Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para la apariencia del quito quito según tratamientos y días de almacenamiento al ambiente	65
Tabla 21: Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para el aroma del quito quito según tratamientos y días de almacenamiento al ambiente	66
Tabla 22: Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para el sabor del quito quito según tratamientos y días de almacenamiento al ambiente	68
Tabla 23: Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para la aceptabilidad del quito quito según tratamientos y días de almacenamiento al ambiente.	69
Tabla 24: Criterios para tiempo de vida útil (días) del quito quito en función de la evaluación físicoquímico y sensorial de tratamientos.	70
Tabla 25: Análisis de variancia para vida útil en función de los criterios de calidad postcosecha.	71
Tabla 26: Parámetros de color Cielab para el mejor tratamiento (T4) al inicio, intermedio y final del almacenamiento.	72
Tabla 27: Contenido de compuestos bioactivos del mejor tratamiento T4.	72
Tabla 28: Composición química proximal del mejor tratamiento (T4)16 días	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sección transversal del fruto de quito quito (<i>Solanum quitoense</i> L.).....	12
Figura 2: Cambios asociados al proceso de maduración de las frutas	17
Figura 3: Patrón de respiración, crecimiento y producción de etileno en frutos climatéricos y no climatéricos.	20
Figura 4: Requisitos de madurez (color externo) de la naranjilla (quito quito) de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN 2 303 (2009)	26
Figura 5: Requisitos de madurez (color externo) de la naranjilla (quito quito) de la Norma Técnica Colombiana NTC 5093 (2002), Rojas A.,(s. f.)	27
Figura 6: Diseño de la investigación para el almacenamiento del quito quito con retardantes combinados de la maduración.....	33
Figura 7: Diagrama de flujo para la conservación postcosecha de los frutos de quito quito.....	38
Figura 8: Envases PET para frutas utilizados en la investigación	39
Figura 9: Comportamiento de la temperatura y humedad relativa del ambiente	49
Figura 10: Gráfico del porcentaje de pérdida de peso acumulado de tratamientos durante el almacenamiento	50
Figura 11: Gráfico de Tukey ($p<0.05$) de medias de tratamientos (a) y bloques (b) para la pérdida de peso del quito quito.....	51
Figura 12: Gráfico de la variación de la firmeza en Kg/cm ² de tratamientos durante los días del almacenamiento.....	52
Figura 13: Gráfico de Tukey ($p<0.05$) de medias de tratamientos (a) y bloques (b) para la firmeza del quito quito.....	53
Figura 14: Gráfico del porcentaje de pérdida de firmeza acumulada durante el almacenamiento.....	54

Figura 15: Gráfico de variación del pH durante el almacenamiento	55
Figura 16: Gráfico de Tukey ($p < 0.05$) de la media de tratamientos (a) y bloques (b) para el pH del quito quito	56
Figura 17: Gráfico de la variación de la acidez titulable durante el almacenamiento	58
Figura 18: Gráfico de Tukey ($p < 0.05$) de medias de tratamientos (a) y bloques (b) para la acidez titulable (%) del quito quito.....	58
Figura 19: Gráfico de la variación de sólidos solubles totales durante el almacenamiento	59
Figura 20: Gráfico de Tukey ($p < 0.05$) de medias de tratamientos (a) y bloques (b) para los sólidos solubles totales del quito quito	60
Figura 21: Variación del índice de madurez durante el almacenamiento del quito quito.	61
Figura 22: Gráfico de Tukey ($p < 0.05$) de medias de tratamientos (a) y bloques (b) para el índice de madurez del quito quito durante el almacenamiento	62
Figura 23: Variación del atributo color del quito quito durante el almacenamiento	64
Figura 24: Variación del atributo apariencia del quito quito durante el almacenamiento	66
Figura 25: Variación del atributo aroma del quito quito durante el almacenamiento ..	67
Figura 26: Variación del atributo sabor del quito quito durante el almacenamiento....	68
Figura 27: Variación del atributo aceptabilidad del quito quito durante el almacenamiento.....	69
Figura 28: Gráfico de Tukey ($p < 0.05$) para la vida útil del quito quito almacenado al ambiente.	71

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El quito quito (*Solanum quitoense L.*) también conocido como naranjilla o lulo, es una fruta exótica cultivados en regiones andinas subtropicales de Perú, Ecuador y Colombia, con alta humedad, temperaturas frescas y altitudes de 800 a 1.400 m.s.n.m (Andrade-Cuvi, et al., 2021). En el Perú se produce principalmente en la provincia de Oxapampa y otras zonas aledañas de la selva central, con un gran potencial como fruto promisorio debido a sus beneficios nutricionales, adaptabilidad y posibilidades de mercado, cuyo desarrollo puede contribuir significativamente a la economía local y a la diversificación agrícola. Sin embargo, después de cosechados presentan un comportamiento climatérico altamente perecedero, generando pérdidas para productores, comercializadores y consumidores lo que limita su consumo en estado fresco (Balaguera et al.,2014).

La calidad postcosecha del quito quito disminuye a los pocos días después de la cosecha debido a la pérdida de peso y senescencia, el cual se incrementa cuando los frutos son cosechados desprovistos del pedúnculo cuya madurez se

acelera, y su apariencia se deteriora por el arrugamiento de piel (Revelo M. et al., 2010).

La pérdida de calidad postcosecha del quito quito al igual que en otras frutas está directamente relacionado con la producción de etileno durante la maduración de los frutos, alcanzando más rápidamente la senescencia, acortamiento de la vida útil y pérdida de valor comercial, perjudicando al agricultor. Sin embargo, existen muchos estudios para prolongar la vida útil de los productos hortofrutícolas y mantener su calidad inicial por un mayor período mediante agentes retardantes de la maduración como el uso del cloruro de calcio y los absorbentes de etileno en sachet, los cuales aún no se ha investigado el efecto combinado de estas técnicas en los frutos de quito quito. Motivo por el cual en la presente investigación se utiliza el cloruro de calcio (CaCl_2) y sachet absorbente de etileno a base de permanganato de potasio (KMnO_4) para prolongar la vida útil de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) durante el almacenamiento al ambiente y evaluación de su calidad y vida útil postcosecha.

1.2. Delimitación de la investigación

La presente investigación utiliza frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L) producidos en zonas aledañas de la provincia de Chanchamayo – Región Junín y enmarca dentro del área de ciencia y tecnología de alimentos. La parte experimental fue realizado en los laboratorios y talleres de la Escuela de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de la Filial La Merced, durante el periodo mayo - octubre del 2023.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál será la influencia del uso combinado de cloruro de calcio y absorbente de etileno (KMnO₄) en sachet sobre la calidad y vida útil postcosecha de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) durante el almacenamiento al ambiente?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál será el efecto combinado de cloruro de calcio más absorbente de etileno en sachet sobre las características físicas y fisicoquímicas de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) durante el almacenamiento al ambiente?
- b. ¿Cuál será el efecto combinado de cloruro de calcio más absorbente de etileno en sachet sobre las características sensoriales de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) durante el almacenamiento al ambiente?
- c. ¿Cuál será la mejor combinación de cloruro de calcio con absorbente de etileno en sachet que proporcione mayor vida útil de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) durante el tiempo de almacenamiento al ambiente?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia del uso combinado de cloruro de calcio más absorbente de etileno (KMnO₄) en sachet sobre la calidad postcosecha y vida útil de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) durante el almacenamiento al ambiente.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto combinado de cloruro de calcio más absorbente de etileno en sachet sobre las características físicas y fisicoquímicas de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) durante el tiempo de almacenamiento al ambiente.
- Evaluar el efecto combinado de cloruro de calcio más absorbente de etileno en sachet sobre las características sensoriales de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) durante el tiempo de almacenamiento al ambiente.
- Determinar la mejor concentración de calcio combinado con absorbente de etileno en sachet que proporcione el mayor tiempo de vida útil de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) durante el almacenamiento al ambiente.

1.5. Justificación de la investigación

Existen muchos factores postcosecha durante el transporte, manipulación, almacenamiento y comercialización de los frutos frescos que tienen un gran impacto en la calidad del producto que llega al consumidor. No obstante, es necesario encontrar alternativas económicas que conserven los frutos frescos por más tiempo manteniendo su calidad inicial al momento de cosecha.

Según (Rivera Ruíz, 2020), existe una tendencia por prolongar la vida útil de los vegetales y mantener su calidad inicial por un mayor período mediante el control del etileno, el cual ha permitido generar diferentes tecnologías y procedimientos para disminuir sus efectos negativos en la madurez y senescencia de frutas y hortalizas, como la refrigeración, atmósferas modificadas, la aplicación de sales de calcio y el uso de absorbentes de etileno. El uso

combinado de cloruro de calcio absorbente de etileno (KMnO₄ en sachets) en frutos de quito quito, podría ser una alternativa tecnológica de fácil aplicación y económica para la conservación y durabilidad del producto fresco durante la postcosecha. Además, mediante este estudio se podrá generar beneficios para los agricultores de selva central así como para comercializadores y consumidores finales al ofrecerles frutos de quito quito con estándares de calidad.

1.6. Limitaciones de la investigación

A falta de instrumentos especializados para la cuantificación de parámetros fisiológicos como la respiración, la liberación de etileno durante y control de atmósfera modificada durante el almacenamiento de los frutos de quito, la investigación está limitado únicamente a la medición de parámetros físicos, fisicoquímicos y sensoriales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Fatima et al.(2023) en la investigación “Tendencias en las estrategias de manejo del permanganato de potasio (absorbente de etileno): Hacia la mitigación de las pérdidas postcosecha y la calidad de la fruta de mango (*Mangifera indica* L)”, se investigó la influencia del KMnO_4 en la calidad y la vida de almacenamiento de la fruta de mango (cv. Anwar Rataul) cosechando la fruta en la fase verde dura de madurez y tratada con distintos niveles de permanganato potásico (0, 10, 20, 30, 40 y 50 g). Los frutos tratados y no tratados se almacenaron a una temperatura de 25 °C y humedad relativa de 75%, y se analizaron sus rasgos de calidad después de 0 (fruto fresco), 5, 10, 15 y 20 días). Los resultados mostraron que 30 g de KMnO_4 era el nivel óptimo para mantener y alcanzar los valores máximos de color, sabor, aroma, firmeza, azúcar total, pH y sólidos solubles totales (SST) con la mínima pérdida de peso tras 20 días de almacenamiento. Sin embargo, se registró una mayor acidez y ácido ascórbico

con el nivel de 50 g de KMnO₄. Los frutos no tratados (control) no conservaron los atributos de calidad y se deterioraron a los 15 días.

Ruiz & Puente, (2020) en la investigación “*Aplicación de absorbentes de etileno a escala doméstica: Estudio de la vida útil y calidad de frutas y verduras frescas*”, se tuvo como objetivo de comprobar la eficiencia de absorbentes de etileno (basados en KMnO₄) en condiciones de refrigeración y recipientes reutilizables. Se utilizaron frutas climatéricas, no climatéricas y verduras cuyos parámetros evaluados fueron: apariencia, pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles totales y pH. Los resultados obtenidos indican que, en ambas condiciones, las frutas y verduras almacenadas con el absorbente de etileno fueron satisfactorias porque alargaron su vida útil y aminoraron su pérdida de calidad, no obstante. el sistema de envases reutilizables presentó resultados superiores, alargando por un mayor tiempo la vida útil de los vegetales.

Valdiviezo Aliaga, (2018) en la investigación “*Aplicación postcosecha de cloruro de calcio en frutos de manzana (malus x domestica borkh) cv. ANNA*” utilizó distintas soluciones de cloruro de calcio con distintos tiempos de almacenamiento a temperatura de refrigeración. Los frutos fueron sumergidos por 20 minutos en una solución de cloruro de calcio, a las concentraciones de 0%, 2% y 4% [w/v], luego retirados, secados, acomodadas en cajas de plásticos de 8 kg capacidad con dimensiones de 40x60x15cm y almacenadas en la cámara de frío durante 20, 40 y 60 días, a una temperatura de 5.0 ±1.0 °C, con una humedad relativa de 85% - 90%. Las variables evaluadas fueron pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles, acidez titulable, índice de madurez, concentración de calcio, color de la epidermis del fruto y aceptabilidad gustativa del fruto. Los resultados mostraron mayor firmeza y una mejor apreciación gustativa para las manzanas

tratadas con 2% y 4% de cloruro de calcio a los siete días después de la salida del almacenamiento en frío.

Ishaq et al. (2009) realizaron la investigación “*Influencia de la aplicación postcosecha de cloruro cálcico, absorbente de etileno y atmósfera modificada sobre las características de calidad y la vida útil de los frutos de albaricoque (Prunus armeniaca L.) durante el almacenamiento*”. En dicho experimento utilizaron frutos de albaricoque con tres concentraciones de CaCl₂ (1, 2 y 3%) con la combinación de permanganato potásico (KMnO₄) como agente oxidante. Los frutos fueron envasados en bolsas de polietileno sellados y cajas de cartón y evaluados la vida útil de almacenamiento a temperatura ambiente. Las características de calidad postcosecha a evaluar fueron la pérdida de peso, sólidos solubles totales, acidez titulable, ácido ascórbico y parámetros sensoriales como color, textura, sabor, aroma y aceptabilidad general en intervalos de 2 días (0, 2°, 4°, 6°, 8° y 10° día) durante un periodo total de 10 días de almacenamiento. Los 9 tratamientos mostraron un efecto altamente significativo ($p < 0,05$) sobre la duración del almacenamiento y los parámetros de calidad de los frutos. Sin embargo, el tratamiento T4 (KMnO₄ + 3% CaCl₂ + bolsas de polietileno) fue el más eficaz en la retención de mayores contenidos de vitamina C, sólidos solubles totales, acidez titulable y en los parámetros sensoriales. La fruta de albaricoque tratada ha aumentado la vida de almacenamiento hasta 10 días en comparación con el control, que fue inaceptable después del 6° día de almacenamiento.

Werner et al. (2009), en la investigación “*Aplicación de cloruro cálcico en la postcosecha de guayabas Cortibel*”, tuvieron como objetivo de prolongar el período de conservación y mantener la calidad de guayabas (*Psidium guajava L.*) mediante la aplicación de diferentes concentraciones de cloruro de calcio. Los

frutos se dividieron en cuatro lotes, el testigo (sin calcio) y los tratamientos, que recibieron la aplicación de CaCl_2 al 1%, 2% y 3% (p/v) por inmersión durante 15 minutos. La concentración del 1% de CaCl_2 resultó en una menor pérdida de peso fresco, manteniendo la firmeza y reduciendo la actividad de la pectinmetilesterasa, mostrando que el calcio es importante para la conservación de la fruta, ya que actúa regulando la maduración, retrasa la pérdida de coloración y mantiene el mayor contenido de ácido ascórbico. Sin embargo, no hubo diferencias estadísticas en cuanto a sólidos solubles totales y pH (Werner et al., 2009)

Loaiza et al.(2014) realizaron la investigación “*Cambios en las propiedades fisicoquímicas del fruto de lulo (Solanum quitoense Lam.) cosechado en tres grados de madurez*” donde se determinaron las características físicas (peso, volumen, densidad, diámetro equivalente, índice de esfericidad, rendimiento de pulpa y cáscara) y químicas (pH, acidez, sólidos solubles, Índice de Madurez (IM) y contenido de vitamina C. Los resultados indican que la madurez no afecta significativamente a las variables físicas, pero si lo hace con las propiedades químicas de los frutos.

Dhakal et al. (2021) en la investigación “Efecto del KMnO_4 sobre la vida útil y la calidad del plátano (*Musa paradisiaca L*)”, evaluaron el efecto de diferentes concentraciones de KMnO_4 en las cualidades postcosecha del plátano en condiciones ambientales ($30,35 \pm 2,15^\circ\text{C}$ y $82 \pm 5,5\%$ HR). El experimento consistió en cinco concentraciones diferentes de KMnO_4 : 0, 2, 4, 6 y 8 gramos por siete dedos de plátano. La investigación se organizó en un diseño aleatorio completo (DCA) con cuatro repeticiones. Entre las diferentes concentraciones de KMnO_4 , 4 g de KMnO_4 mostró la mínima pérdida de peso a los 4, 8 y 12 días,

que fue de 0,66%, 2,55% y 5,93% respectivamente. La vida útil (13,50 días), la acidez titulable (1,89%) y la firmeza (4,47 lb) máximas se registraron con 6 g de KMnO₄. Los sólidos solubles totales más altos (18,30%) se obtuvieron con 0 g de KMnO₄. Así, en condiciones ambientales (30,35±2,15°C y 82±5,5% HR), se sugiere el uso de 6 g de KMnO₄ por siete dedos de plátano para reducir la pérdida postcosecha

Prill et al. (2012) en la investigación “*Atmosfera modificada y controle de etileno para bananas 'Prata-Anã' cultivadas en la Amazonia Septentrional Brasileira*”, se tuvo como objetivo evaluar el efecto de la atmósfera modificada (AM) mediante el uso de envases plásticos de polietileno de baja densidad (PEBD), vacío y adsorción de etileno, con el objetivo de mantener la calidad de las bananas 'Prata-Anã' producidas en Roraima. Los análisis se realizaron a intervalos de 5 días después de la cosecha, hasta 35 días de almacenamiento refrigerado (RA). Se verificó que los frutos sometidos a envasado en LDPE presentaron las menores pérdidas de masa fresca en comparación con los demás. Del mismo modo, los frutos envasados en presencia del absorbente de etileno obtuvieron el mejor mantenimiento en la coloración de la cáscara, retardo temporal, del pico climatérico, así como el retardo en la degradación del almidón. La combinación del uso del embalaje LDPE con el sobre de permanganato de potasio (KMnO₄) resultó en el retraso del proceso de maduración de los frutos de banana 'Prata-Anã' almacenados a 12 °C.

Sanches et al. (2019) en la investigación “Absorbente de etileno (KMnO₄) en la calidad poscosecha de la pinha (*Anona squamosa* L.)”, se buscó evaluar sobres impregnados con permanganato de potasio (KMnO₄) asociados con la refrigeración en el control de la maduración y preservación de la calidad. Se

recolectaron pinas en madurez fisiológica, se envasaron en bandejas de poliestireno recubiertas con film de PVC con y sin la presencia de sobres conteniendo 3 g de KMnO₄ y se almacenaron a 13 °C durante 20 días. Cada cinco días se evaluó la calidad del fruto como: pérdida de peso, índice de rajado, firmeza, aspecto externo, contenido en almidón, sólidos solubles, acidez titulable, pH, relación SS/TA, coloración (Tono, Cromo y Luminosidad) y daños por frío. La absorción de etileno por la bolsita de KMnO₄ en el interior de los envases preservó significativamente ($p < 0,05$) la calidad físico-química y el aspecto visual de los frutos, pero no influyó en la coloración (croma y luminosidad) ni en la incidencia de daños por frío en relación con su control al final del periodo de almacenamiento.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Quito quito

A. Descripción botánica y taxonomía

El quito quito (*Solanum quitoentense* L.), también conocido como naranjilla, lulo es una fruta tropical y exótica que se cultiva en la región andina de Colombia, Ecuador y Perú (Obregón-La Rosa, Arias- Arroyo, et al., 2021). Crece en regiones andinas subtropicales con alta humedad, temperaturas frescas y sombra con altitudes de 800 a 1.400 m.s.n.m (Andrade-Cuvi, Guijarro-Fuertes, Concellón, Leoro, et al., 2021). Según Bernal E. et al., (1999), el quito quito se clasifica taxonómicamente de acuerdo a la tabla 1:

Tabla 1:

Taxonomía del quito quito (Solanum quitoense L.)

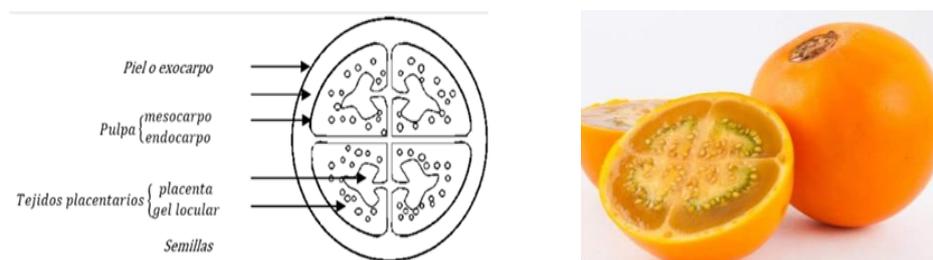
Clasificación	Descripción
Subreino	Espermatophyta
División	Angiosperma
Clase	Simpétala
Familia	Solanáceae
Orden	Tubiflorales
Genero	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Solanum quitoense</i> Lam.

Fuente: (Bernal E. et al., 1999)

Los frutos del quito quito son de forma esférica de 4 a 8 cm de diámetro y con peso de 40 a 100 g, la pulpa es amarillo-verde, translúcida, ácida y jugosa, su cáscara es gruesa, lisa, y de color naranja (amarillo intenso) brillante en estado maduro (Olguín-Hernández et al., 2023). Es un fruto climatérico con baja vida útil postcosecha, lo que genera cuantiosas pérdidas al sector productivo (Andrade-Cuvi, 2018)

Figura 1:

Sección transversal del fruto de quito quito (Solanum quitoense L.)



B. Variedades y producción

De acuerdo a Huayama (2018), citado por Mogollón M. et al., (2019) existen dos variedades de quito quito: la variedad “quitoense” que no presenta espinas en las hojas, ni en el tallo cuya limpieza de las

vellosidades del fruto son de fácil remoción; y la variedad “septentrionale”, con espinas en tallos, hojas y las vellosidades en los frutos son más gruesas. Los principales productores son Colombia y Ecuador seguidos, a pequeña escala por Perú, Venezuela, Costa Rica, Puerto Rico y Guatemala (Revelo M. et al., 2010). A diciembre del 2022, las exportaciones de quito quito en el Perú han registrado un valor de US\$ 18 mil dólares en dos presentaciones: fruto fresco y como pulpa congelada, cuyos principales destinos son: Italia, España y Suiza (Rios Zurita, s. f.)

C. Cosecha y postcosecha

La cosecha del quito quito se realiza cuando el fruto alcanza el estado de coloración adecuada, usando guantes para protección de las pelusas espinosas; tijeras para cortar el pedúnculo sin quitar el cáliz ni causar heridas en el punto de abscisión, para luego ser transportados a los centros de empaque para someter a las operaciones de postcosecha (Gómez-Merino et al., 2018). El manejo postcosecha involucra diferentes procesos como: cosecha y transporte, recepción en planta, selección, limpieza, clasificación, empaque y almacenamiento. La selección se hace bajo parámetros de regularidad, coloración uniforme y buena formación del fruto. Se retiran las unidades que presenten defectos como frutas partidas, rotas, rajadas, magulladas y blandas o con raspaduras. La limpieza consiste en la eliminación de los tricomas. La clasificación se hace según el calibre en grande, mediana y pequeña (Instituto Ecuatoriano de Normalización -INEN 2009). Durante la etapa de postcosecha es

susceptible al ataque de plagas y debido a malas prácticas de manipulación se raja, se mancha y se descompone, y en los comercios populares se mantiene a temperatura ambiente volviéndose altamente perecible (Brito et al., 2011, Cuvi et al., 2018).

D. Composición química y nutricional

La Tabla 2, muestra que el quito quito (*Solanum quitoense* Lam) representa una fuente potencial de nutrientes, destacando su contenido de fibra, carbohidratos y de minerales; asimismo posee una serie de compuestos bioactivos (vitamina C, polifenoles y carotenoides) y capacidad antioxidante en elevada proporción en comparación de otros frutos; por lo tanto se puede concluir que los frutos de quito quito se pueden utilizar como un ingrediente bioactivo en el desarrollo de alimentos funcionales para la industria alimentaria futura (Obregón-La Rosa, Arias-Arroyo, et al., 2021). Además de sus características organolépticas, presenta alto contenido de hierro, vitamina C y antioxidantes que le confieren en una especie con propiedades nutraceuticas novedosas de gran potencial para su aprovechamiento (Gómez-Merino et al., 2014).

Tabla 2:
Composición química y nutricional del quito quito

Parámetros	Referencia 1	Referencia 2	Referencia 3
Humedad (%)	90.46	86.53	91.8
Acidez titulable (%ac. Cítrico)	2.56	2.51	--
pH	3.00	3.23	--
Sólidos solubles (°Brix)	10.8	10.0	--
Sólidos totales (%)	--	13.48	--
Cenizas (%)	0.59	0.70	0.6 g
Extracto etéreo (%)	0.11	0.34	0.1 g
Proteína (%)	0.64	0.29	0.7 g
Fibra (%)	0.46	1.87	--
Carbohidratos totales (%)	7.74	10.28	6.8
Vitamina C (mg/100 g)	53.33	30.10	65 mg
Polifenoles totales	0.81 (mg/g)	64.24 mg/100g	--
Carotenoides totales	1.27 (μ/g)	0.74 mg/100g	--
Calcio	48 (μ/g)	15.70 mg/%	0.6 mg
Fósforo	95 (μ/g)	40.6 mg/%	14 mg
Potasio	3.09 (μ/g)	354.9 mg/%	294 mg
Sodio	5.00 (μ/g)	3.82 mg/%	4 mg
Hierro	1.00 (μ/g)	34.60 mg/kg	
Zinc	2.00 (μ/g)	1.70 mg/kg	0.4 mg
Valor calórico (kcal)	--	45	28

Fuente: 1) Brito et al. (2011); 2) Obregon La Rosa & Lozano Zanelly, (2021) 3) Sánchez et al. (2017)

E. Formas de consumo y otros usos

Generalmente, se la consume en fresco o es utilizada para la elaboración de refrescos, helados, dulces y gelatinas; sin embargo, su composición física, química y calidad organoléptica del quito quito, indican que es adecuada para consumo directo o procesado como pulpa para la elaboración de refrescos, helados, mermeladas, conservas y otros dulces o como extracto aromático (Andrade-Cuvi,

2018; Revelo M. et al., 2010). Investigaciones recientes refieren otros usos como: bebida carbonatada con la pulpa natural (Gaona-Gonzaga et al., 2019); bebida en polvo (Marín Arroyo & González Bonilla, 2022); pulpas deshidratadas (Brito et al., 2011), y otros productos, con excelente potencial nutricional e industrial. También se ha utilizado para la extracción de enzimas pécticas (Rodríguez Nieto & Restrepo Sánchez, 2011).

2.2.2. Factores de la fisiología postcosecha

A. Tipos de maduración

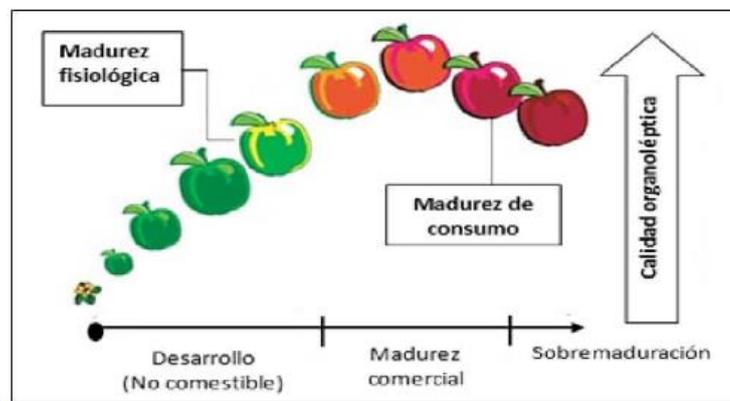
Tras la recolección, las frutas continúan con sus procesos metabólicos utilizando sus propias reservas, pero mantienen los mismos sistemas fisiológicos que tenían cuando estaban unidas a la planta, siendo la madurez un proceso fisiológico y bioquímico que está bajo control genético y hormonal acompañado por cambios a nivel celular y aumento de tamaño (Andrade-Cuvi, 2018). La maduración de los frutos implica cambios físicos (color, textura, tamaño, entre otros), bioquímicos (grados Brix, aroma, contenido nutricional, reducción de inhibidores de la maduración) y fisiológicos (aumento respiratorio, síntesis y liberación de etileno) que conducen a la formación de un fruto apto para el consumo (INTAGRI, 2017; Martínez-González et al., 2017).

La madurez de una fruta (Figura 2) se puede clasificar en tres tipos: (1) madurez fisiológica, que se refiere al punto en el que la fruta ha alcanzado un desarrollo suficiente para que su calidad después de la cosecha sea aceptable para el consumidor, pero aún debe permanecer

unida a la planta; (2) madurez de cosecha, que se refiere al momento en que la fruta ha alcanzado el nivel adecuado para ser cosechada, y este momento depende del uso posterior al que se destinará la fruta; y (3) madurez organoléptica o de consumo, que se refiere al momento en que la fruta está lista para ser utilizada o consumida después de la cosecha (Andrade-Cuvi, 2018; INTAGRI, 2017; Martínez-González et al., 2017).

Figura 2:

Cambios asociados al proceso de maduración de las frutas



Fuente: INTAGRI, (2017)

B. Índice de madurez

En la mayoría de los frutos el criterio más utilizado por los consumidores para decidir si la fruta está o no madura es la pérdida de color verde debido a la degradación de la clorofila y la posterior síntesis de compuestos coloreados (amarillos, naranjas y rojos). Estos cambios de color se deben a cambios en el pH por la salida de ácidos orgánicos al exterior de las vacuolas, a la acción de clorofilasas y a procesos de síntesis de carotenoides o antocianinas (Andrade-Cuvi, 2018). En la maduración del quito quito, se presentan cambios del color de tonalidad verde a amarillo para la pulpa y la cáscara, un

aumento en la concentración de azúcares solubles, ácido ascórbico y producción de etileno, así como una reducción de la firmeza y acidez (Obregon - La Rosa et al., 2020). El desarrollo de la coloración superficial del fruto se debe a la síntesis de carotenoides, siendo mayoritariamente β -caroteno (Gancel et al., 2008). Además, ocurre un incremento en los sólidos solubles, una reducción del grosor de la piel y ablandamiento de los frutos, variación de la dureza por la transformación de protopectinas insolubles en pectinas solubles lo que produce pérdida de consistencia de las paredes celulares (Acosta et al., 2009). Asimismo, existe modificación del sabor y olor por cambios en la concentración de azúcares, ácidos orgánicos, compuestos volátiles (ésteres, alcoholes, aldehídos y cetonas) y vitaminas (Andrade-Cuvi, 2018)

C. Actividad respiratoria

Las frutas y hortalizas respiran absorbiendo oxígeno de la atmósfera y liberan dióxido de carbono, tal como lo hacen el hombre, los animales y otros organismos. Durante la respiración la producción de energía proviene de la oxidación de las propias reservas de almidón, azúcares y otros metabolitos, una vez cosechado, estas reservas disminuyen siendo un factor de gran importancia en la duración de la vida de postcosecha (FAO, 1987). Además, la respiración está acompañada por un aumento similar en los niveles de etileno, que coordina y sincroniza el proceso de maduración lo que va asociada con una corta vida en almacenamiento, deterioro en calidad y valor alimenticio (Martínez-González et al., 2017). Se han encontrado

valores de tasa respiratoria (TR) en frutos de quito quito que oscilan entre 5 y 40 mg CO₂/kg h (Forero et al., 2017). No obstante, son escasos los estudios que relacionan la producción de etileno y la tasa de respiración durante el periodo postcosecha del quito quito.

D. Producción de etileno

El etileno (C₂H₄) es un gas producido por las plantas, responsable de activar y controlar los mecanismos fisiológicos, de desarrollo, regulación del crecimiento, maduración y senescencia de las mismas. Debido a esto, puede inducir cambios indeseables en el color, sabor y textura de las frutas y verduras, además de que incrementa la susceptibilidad al deterioro microbiano (Álvarez-Hernández et al., 2020; Gaikwad et al., 2019, citado Rivera Ruíz, 2020). El etileno tiene un papel doble en la postcosecha, por un lado ocasiona que los frutos adquieran características organolépticas óptimas para su consumo, pero también es responsable de la senescencia de los tejidos, generando efectos desfavorables en la calidad (Bapat et al., 2010, citado por Balaguera-López, Salamanca-Gutiérrez, et al., 2014).

En frutos de tipo climatérico la velocidad de producción de etileno aumenta drásticamente con la respiración climatérica, hasta alcanzar un pico (Figura 3) para luego mantener un valor relativamente alto durante la maduración. Este incremento es esencialmente logarítmico, y autocatalizado por el propio etileno. En particular, la naranjilla ha sido caracterizada como fruto climatérico (Medina et al., 2023) dando como resultado, inmediatamente después de la cosecha

un pico de respiración que alcanza 28 mg CO₂/kg·h (Arango et al., 1999, citado por (Andrade-Cuvi, 2018).

Figura 3:

Patrón de respiración, crecimiento y producción de etileno en frutos climatéricos y no climatéricos.

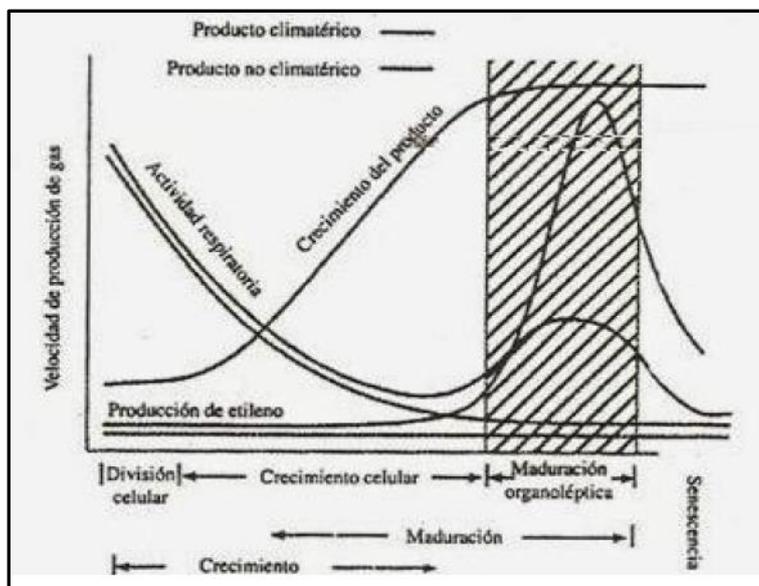


Tabla 3:

Clasificación de productos frescos según producción de etileno a 20°C

Clasificación de producción	de $\mu\text{L C}_2\text{H}_4$ producidos a 20°C	$\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$	Producto fresco
Muy baja	<0.1		Alcachofa, espárragos, coliflor, cerezas, cítricos, uvas, fresas, verduras con hojas, patata
Baja	0.1 – 1.0		Moras, pepino, berenjena, pimiento, piña, sandía, calabaza
Moderada	1-0 – 10.0		Plátano, higos, mango, tomate
Alta	10.0 – 100-0		Manzana, aguacate, albaricoque, kiwi, papaya, melocotón, pera, ciruela
Muy alta	>100		Chirimoya, maracuyá

Fuente: Krader (2002), citado por (Rivera Ruíz, 2020)

En la Tabla 3 se presenta los niveles de producción de etileno para algunas frutas. En los frutos de quito quito la tasa de producción de etileno muestran cambios durante la postcosecha que van de 1,6 a 11,8 mg C₂H₄ kg⁻¹ h⁻¹ durante un período de 21 d después de la

cosecha (Andrade-Cuvi et al., 2018). Sin embargo, las tasas de producción de etileno son bajas en comparación con otras frutas climatéricas (Medina et al., 2023)

2.2.3. Tecnologías postcosecha y control de etileno

El conocimiento del mecanismo de acción del etileno ha permitido generar diferentes tecnologías y procedimientos para disminuir sus efectos negativos, donde se incluye la temperatura de refrigeración, uso de atmósferas modificadas y controladas, aplicación de calcio, el 1-metil ciclopropeno (1-MCP) y ozono, que han mostrado mayor eficiencia en el control de la madurez y senescencia de frutos, hortalizas y flores (Arora et al., 2008, citado por Balaguera-López, Salamanca-Gutiérrez, et al., 2014). Las altas temperaturas generan una rápida degradación de los frutos al acelerar la tasa de respiración y la producción de etileno, así como el desarrollo del deterioro microbiano. Se han evaluado diferentes temperaturas de almacenamiento en frutos de quito quito almacenados al ambiente y refrigeración. Los frutos conservados a temperatura ambiente presentaron la mayor pérdida de peso y pérdida de firmeza comparados con los frutos en refrigeración (Medina et al., 2023). El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es un retardante químico utilizado comercialmente para mantener la calidad de los productos postcosecha y prolongar su vida útil que inhibe el etileno, en frutos de quito quito reduce la tasa de respiración en un 27% (Andrade Cuvi, 2018). Sin embargo, los más importantes y eficaces son los absorbedores de etileno como el permanganato de potasio KMnO_4 (Balaguera-López, Salamanca-Gutiérrez, et al., 2014; Meena, 2022). El envasado en atmósfera modificada (EAM) se utiliza habitualmente en la conservación de frutas y verduras para aumentar su vida útil al crear un equilibrio entre la respiración y el paso de gases a través del

envase, disminuyendo la concentración de O₂ y manteniendo la concentración de CO₂ en la parte superior del envase. Los materiales más utilizados son películas poliméricas de diferentes calibres y tamaños, que pueden ser flexibles o semiflexibles con o sin perforaciones (Castellanos & Herrera, 2017, citado por Medina et al., 2023).

A. Permanganato de potasio en sachet

El permanganato de potasio (KMnO₄) es uno de los sistemas más reconocido y económico para la eliminación de etileno de forma química por medio de un proceso de oxidación, convirtiéndolo en dióxido de carbono y agua, produciendo además a partir de la reacción, dióxido de manganeso (MnO₂) e hidróxido de potasio (KOH) (Balaguera-López, Salamanca-Gutiérrez, et al., 2014; Meena, 2022). Sin embargo, al ser un producto altamente tóxico, no puede utilizarse en contacto directo con los alimentos, encontrándose en el mercado en forma de sachets y filtros tubulares (Gaikwad et al., 2020). Estos sistemas suelen incluir entre un 4% y un 6% de KMnO₄ sobre un sustrato inerte, como perlita, alúmina, gel de sílice, carbón activado con vermiculita o celita, disponibles comercialmente en sobres/bolsas, filtros de tubo, mantas, etiquetas y películas (Meena, 2022). Se ha comprobado que el uso de KMnO₄ reduce el etileno retrasando la maduración de muchas frutas climatéricas como manzanas, plátanos, melones y tomates (Al Saty & Yousef, 2022). Existen varios estudios del uso del KMnO₄ con resultados favorables en la disminución de la tasa respiratoria, pérdida de peso y producción de etileno en frutos climatéricos, como banano (Dhakal et al., 2021), papaya (Salami et al., 2022) mango (Azad et al., 2010), chirimoya (Chaves et al., 2007) y piña (Sanches et al., 2019).

B. Sales de calcio

En general, cloruro de calcio tiene un sin número de funciones en los tejidos vegetales, ha sido ampliamente utilizado como conservante y agente endurecedor en productos hortofrutícolas. En la postcosecha mantiene la turgencia celular y la firmeza de los tejidos y como consecuencia se extiende la vida de almacenamiento de las frutas frescas en buenas condiciones (Adelaide et al., 2013, citado por Pérez & Quintero, 2015). El CaCl_2 es una sal de calcio que se utiliza a menudo para minimizar el ablandamiento en una amplia variedad de frutas y verduras enteras y apenas procesadas, entre otras cosas. La capacidad del Ca^{2+} de actuar como puente de unión entre las sustancias pécticas de la pared celular y la lámina media se atribuye a su capacidad de unirse a los grupos carboxílicos libres (desmetilados) de los polímeros de pectina existentes, lo que da lugar a la formación de pectatos de calcio insolubles que aumentan la rigidez de la pared celular de la fruta y, como resultado, contribuyen a la firmeza del tejido y evitan el ablandamiento en la fruta (Rosas Domínguez, 2017, citado por Ponce Pacheco, 2022).

2.2.4. Calidad postcosecha

La calidad postcosecha depende de factores de precosecha y de una apropiada manipulación, procesado, empaque y venta al por menor. Los daños mecánicos, apariencia, pérdida de peso, textura, flavor y aroma decaimiento, pardeamiento y daño por frío son factores que limitan el tiempo de almacenamiento y la vida útil de un producto (Valero y Serrano, 2010, citado por Andrade-Cuvi, 2018). Actualmente, existe una tendencia por alargar la vida útil de los vegetales y mantener su calidad inicial por un mayor período. Estos dos factores se ven afectados por el etileno, el cual puede producir cambios

indeseados en la apariencia, textura y sabor de las frutas y verduras (Rivera Ruíz, 2020). Andrade Cuvi, (2018), analiza la calidad postcosecha mediante los siguientes parámetros:

A. Apariencia.

La compra de productos frescos está influenciada directamente por la apariencia de un producto que se caracteriza por la uniformidad de tamaño, forma y color. El consumidor busca un producto con ausencia de defectos en la forma o en la piel y sin enfermedades. De todas estas características el atributo que más destaca en la aceptabilidad de un alimento es el color que además se relaciona con su sabor y aroma (Andrade-Cuvi, 2018). El color de la fruta es una de las características de calidad clave para los consumidores y determina la aceptabilidad de un producto (Ayustaningwarno et al., 2021, citado por Medina et al., 2023).

B. Pérdida de peso

Los productos frutihortícolas presentan un alto contenido de agua (más de 90%), posterior a la cosecha la planta ya no provee de agua al fruto y se favorece la pérdida de peso debido a la transpiración por pérdida de vapor de agua que se elimina a través de las estomas y de la epidermis, lo cual conduce a la disminución de la calidad del producto por pérdida de turgencia del tejido y su aceptabilidad por parte del consumidor (Andrade-Cuvi, 2018).

C. Cambios de firmeza

Uno de los principales factores de calidad de los productos hortofrutícolas durante la postcosecha es la firmeza. El ablandamiento extremo reduce la vida útil de la fruta y es uno de los síntomas asociados a la senescencia (Yahia & Carrillo-López, 2019; Wang et al., 2022, citado por Medina et al., 2023).

Los cambios texturales en los frutos durante la maduración y el almacenamiento postcosecha se asocian principalmente con la disolución de la lámina media y el desensamblaje de la pared celular primaria que ocurren por la acción de la pectina metilesterasa (PME), poligalacturonasa (PG), celulasa (Cel) y β -glucosidasa (β -glu) (Lin et al., 2020; Song et al., 2022, citado por Medina et al., 2023). Un fruto blando en exceso presenta limitaciones en su vida de anaquel, almacenamiento y comercialización, ya que además será susceptible al ataque de microorganismos e insectos (Andrade-Cuvi, 2018).

D. Sabor y aroma

Los compuestos responsables del sabor son generalmente no volátiles a temperatura ambiente, por ello muchas veces el sabor es un atributo ignorado por los consumidores, más bien se asocia al sabor con la dulzura del producto (concentración de azúcares medido como sólidos solubles totales (Brix) y la acidez) (Medina et al., 2023). Durante la maduración existe un incremento de los azúcares originado por la hidrólisis del almidón y generalmente se produce una reducción de la acidez atribuido a que los ácidos orgánicos son sustrato del metabolismo respiratorio en algunos productos. Por otro lado, el aroma está dado por compuestos volátiles; el principal problema que se presenta durante la postcosecha es el desarrollo del off-flavor (presencia de olores/sabores defectuosos) que pueden estar asociados con sobremaduración y acumulación de etanol como producto de reacciones de fermentación (Andrade-Cuvi, 2018).

2.2.5. Almacenamiento y vida útil del quito quito

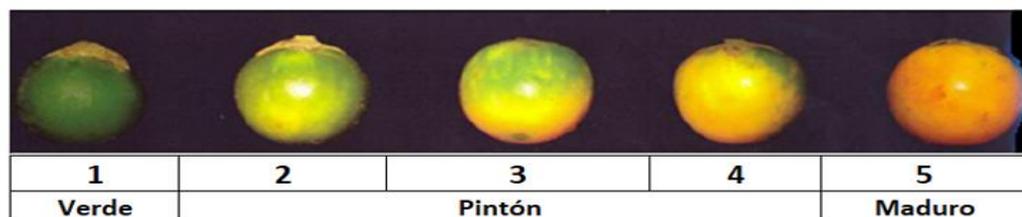
El quito quito almacenado en gavetas plásticas a 17°C y 59% de humedad relativa, tiene una conservación de 15 días cuando se cosecha en el grado de madurez 3 y 4; hasta 30 días al cosecharse en estado 3 y hasta 20 días cuando es cosechada en estado 3 de madurez y almacenada a 8 °C con 80 % de humedad relativa (Brito et al., 2011). Los frutos cosechados con grado de madurez 5 pueden conservarse a temperatura ambiente por 8 días. Sin embargo, cabe señalar que las condiciones reales en las que se transporta y conserva son generalmente a temperatura ambiente; en estas etapas principalmente las malas prácticas de manipulación afectan la calidad de la fruta disminuyendo su vida útil provocando altas pérdidas económicas (Andrade-Cuvi, 2018).

2.2.6. Requisitos de calidad para quito quito

Las figuras 4 y 5 muestran los requisitos de color del quito quito según su estado de maduración establecidos por las normas técnicas ecuatorianas y colombianas. No se encontraron requisitos de calidad con normas nacionales.

Figura 4:

Requisitos de madurez (color externo) de la naranjilla (quito quito) de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN 2 303 (2009)



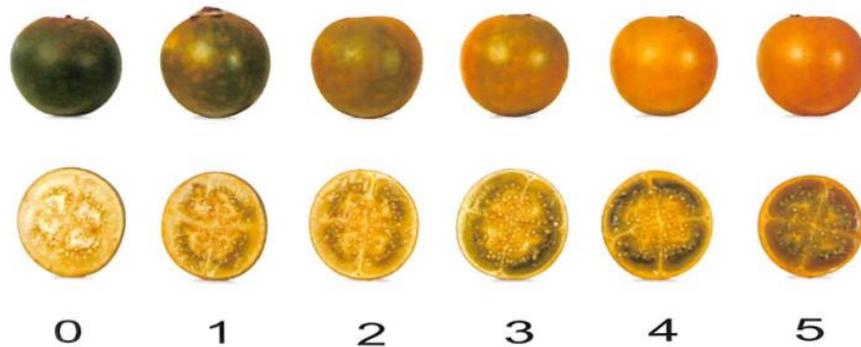
Estado verde : va del color 0 a color 1

Estado pintón : va de color 2 a color 4

Estado maduro : va color 5 a color 6

Figura 5:

Requisitos de madurez (color externo) de la naranjilla (quito quito) de la Norma Técnica Colombiana NTC 5093 (2002), Rojas A.,(s. f.)



Color 0: fruto verde oscuro, maduro fisiológicamente

Color 1: fruto verde oscuro con tonalidades verde claro

Color 2: fruto verde oscuro, con algunas tonalidades anaranjadas

Color 3: fruto anaranjado, con visos verdes hacia el centro del fruto

Color 4: fruto verde anaranjado con pocos visos verdes

Color 5: fruto anaranjado

Andrade-Cuvi, (2018) señala que el quito quito se cosecha en los estados 3 o 4, a partir de que el color amarillo ocupa el 75 % de la superficie del fruto y durante la maduración la epidermis cambia de color verde oscuro a verde claro, posteriormente adquiere tonalidades amarillas, que avanzan desde la base hacia el pedúnculo, hasta llegar al color amarillo-rojizo característico de los frutos maduros. En cambio, Andrade-Cuvi, Guijarro-Fuertes, Concellón, Vernaza, et al.(2021a) refieren que el desarrollo del color en la superficie del fruto de quito quito es: (1) 100% verde; (2) 25% amarillo; (3) 50% amarillo; (4) 75% amarillo; y (5) 100% amarillo, que puede ser amarillo-rojizo-naranja intenso (Andrade-Cuvi et al., 2021).

Las Tablas 4, 5 y 6 muestran el calibre y requisitos fisicoquímicos de la naranjilla (quito quito) los cuales difiere de la variedad y estado de madurez como se evidencia en otras literaturas.

Tabla 4:

Calibres para naranjilla según Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN 2 303 (2009)

Calibre	Peso	Diámetro	Diámetro
	(gramos)	ecuatorial (mm)	Longitudinal (mm)
Naranjilla Híbrido Puyo			
Grande	>80	>50	>47
Mediana	80-50	50-45	47-43
Pequeña	<50	<45	<43
Naranjilla de jugo			
Grande	>130	>88	>55
Mediana	130-80	68-60	55-45
Pequeña	<80	<60	<45

Tabla 5:

Requisitos fisicoquímicos de la naranjilla según su estado de madurez. Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN 2 303 (2009)

Requisito	Madurez fisiológica		Madurez comercial	
	Min	Max	Min	Máx
Acidez titulable % (ácido cítrico)				
Naranjilla Híbrido Puyo	1.8	-	-	<1.8
Naranjilla de jugo	2.4	-	-	<2.4
Sólidos solubles totales (°Brix)				
Naranjilla Híbrido Puyo	-	8.0	>8.0	-
Naranjilla de jugo	-	6.0	>6.0	-
Índice de Madurez (°Brix/acidez)				
Naranjilla Híbrido Puyo	-	4.5	>4.5	-
Naranjilla de jugo	-	2.5	>2.5	-

Tabla 6:

Requisitos fisicoquímicos de la naranjilla según su estado de madurez. Norma Técnica Colombiana NTC 5903 (2002), Rojas A.,(s. f.)

Requisito	Valores según escala de color (Figura 5)					
	0	1	2	3	4	5
Sólidos solubles Min	7.0	7.7	8.2	8.6	9.2	9.9
totales (°Brix) Max.	7.3	7.9	8.5	8.8	8.5	10.1
pH	3.20	independiente del estadio de madurez				
Acidez titulable en % (ác cítrico)	3.23	independiente del estadio de madurez				
Firmeza (kgf/cm ²)	6.0	independiente del estadio de madurez				

2.3. Definición de términos básicos

Quito Quito. nombre común en la región de Selva Central de Perú del fruto *Solanum quitoense* L. conocido también como naranjilla o lulo (Zurita, s. f.).

Etileno. Hormona sintetizada por las plantas, responsable de numerosos procesos fisiológicos como la germinación de semillas, la abscisión de hojas, el proceso de maduración y senescencia refrigeración Meena, 2022).

Sachet absorbente de etileno. Son bolsitas que contienen KMnO₄ y que se colocan en los envases de frutas como secuestrantes de gas etileno limitando su acumulación, prolongando la vida útil y preservando la calidad original después de la cosecha (Gaikwad et al., 2020).

Permanganato de potasio. Compuesto químico inorgánico formado por un átomo de potasio, otro de manganeso y cuatro átomos de oxígeno, de color violeta o morado oscuro, utilizado para evitar la oxidación de frutas y ayudar a su preservación (Balaguera-López, Salamanca-Gutiérrez, et al., 2014; Meena, 2022).

Calidad sensorial. Es una percepción compleja de muchos atributos que son evaluados simultáneamente en forma objetiva o subjetiva por el consumidor.

Postcosecha. Se refiere a un manejo adecuado de la conservación de los productos agrícolas con el fin de determinar la calidad y posterior comercialización y consumo.

Vida útil. Se define como el periodo máximo en que este retiene un nivel aceptable de calidad desde el punto de vista sensorial que depende de las condiciones de almacenamiento.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La aplicación combinada de cloruro de calcio y absorbente de etileno en sachet logran controlar los parámetros de calidad postcosecha y prolongan la vida útil de los frutos de quito quito durante el almacenamiento bajo condiciones ambientales.

2.4.2. Hipótesis específica

- a. El uso combinado de cloruro de calcio y absorbente de etileno (KMnO₄) en sachet, evitan la reducción de las características de calidad fisicoquímica de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) bajo las condiciones de almacenamiento dadas.
- b. El uso combinado de cloruro de calcio y absorbente de etileno en sachet, evitan las pérdidas de las características de calidad sensorial de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) bajo las condiciones de almacenamiento dadas.
- c. El empleo de cloruro de calcio combinado y absorbente de etileno en sachet, prolonga la vida útil de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) en comparación con el control.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

- Retardantes combinados de la maduración (RCM)

Factor A: CaCl₂: 2 niveles: 1%, 2%

Factor B: KMnO₄ (SAE): 2 niveles: 3 g (1SAE); 6 g (2SAE)

2.5.2. Variable dependiente

- Calidad y vida útil postcosecha

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 7:

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente	Retardantes combinados de maduración (RCM)	CaCl ₂ : 1% y 2%
	CaCl ₂ + KMnO ₄ (SAE)	KMnO ₄ : 3 g (1SAE), 6 g (2SAE)
Variable dependiente	Características fisicoquímicas	- Pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles totales, pH, acidez titulable, índice de madurez.
	Características sensoriales	- Color, sabor, aroma, apariencia, aceptabilidad
	Vida útil	- Días con mejores resultados de calidad fisicoquímica y sensorial

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Es una investigación aplicada, ya que busca aplicar conocimientos científicos para resolver un problema específico relacionado con la calidad y vida útil postcosecha de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) durante el almacenamiento al ambiente.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación explicativo, dado que se pretende observar y analizar los efectos del uso combinado de CaCl₂ y SAE como retardantes de maduración de los frutos de quito quito almacenados al ambiente.

3.3. Método de investigación

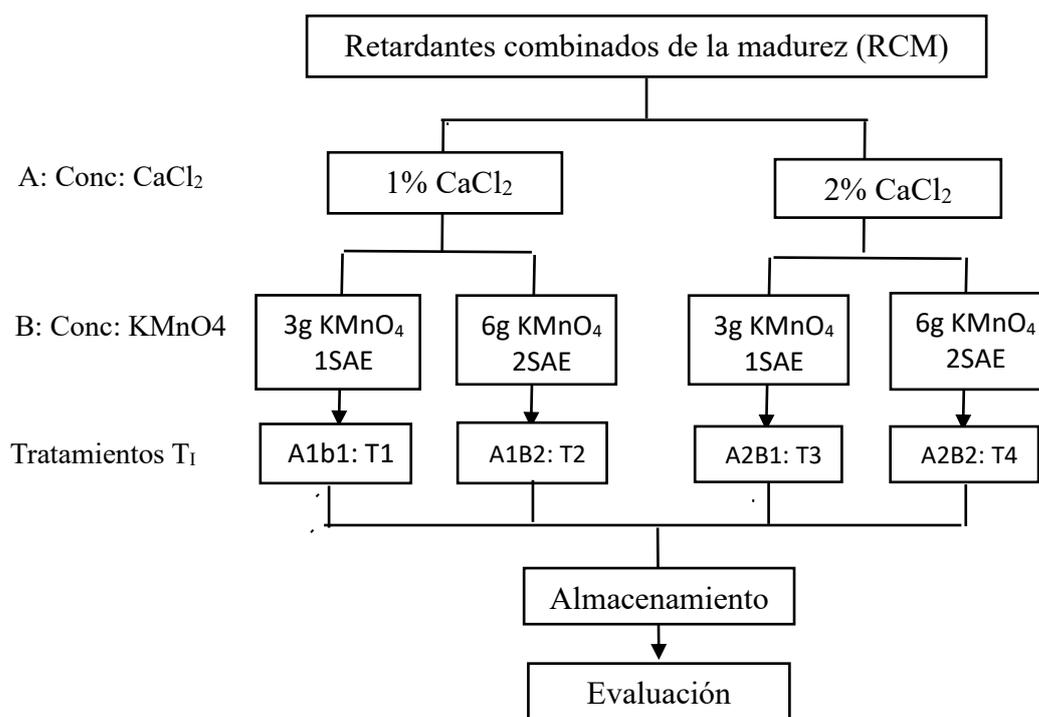
El método de investigación es de tipo experimental, mediante manipulación de variables independientes (retardadores combinados de la maduración- RCM en frutos de quito quito) y su efecto sobre las variables dependientes (calidad y vida útil postcosecha). Se diseñaron condiciones controladas para la aplicación de los tratamientos y observación de los cambios

en la calidad a lo largo del tiempo. Se recopilaron datos cuantitativos para evaluar estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey que permitieron determinar la existencia o no diferencias significativas entre los tratamientos y establecer conclusiones válidas sobre la eficacia de en la prolongación de la vida útil de frutos de quito quito cuando son almacenados al ambiente.

3.4. Diseño de la investigación

Figura 6:

Diseño de la investigación para el almacenamiento del quito quito con retardantes combinados de la maduración.



Se utilizaron dos retardadores de la maduración: solución de cloruro de calcio (CaCl₂) y sachet absorbente de etileno (SAE) a base de permanganato de potasio (KMnO₄). Se evaluaron cuatro tratamientos más un control (testigo), para lo cual, los frutos de quito quito fueron sometidos previamente a las operaciones selección, lavado, desinfección y sumergidos durante 10 minutos en solución de

CaCl₂ a las concentraciones de 1% y 2%, escurrido, secado, envasados en envases PET con la adición de 1 y 2 SAE por cada concentración de cloruro de calcio. Los tratamientos fueron almacenados a condiciones ambientales durante 20 días y evaluados en el aspecto fisicoquímico y sensorial, de acuerdo a la Figura 6. La distribución de tratamientos se muestra en la tabla 8.

Tabla 8:

Distribución de los tratamientos.

Factor A CaCl ₂	Factor B KMnO ₄ (SAE) ^(*)	Retardantes combinados de maduración (RCM)	Trat	Variable Dependiente Y _{ij} ^(**)
1%	3 g : 1SAE	1% CaCl ₂ + 1 SAE	T1	Y ₁₁
1%	6 g : 2SAE	1% CaCl ₂ + 2SAE	T2	Y ₁₂
2%	3 g : 1SAE	2% CaCl ₂ + 1SAE	T3	Y ₂₁
2%	6 g : 2SAE	2% CaCl ₂ + 2SAE	T4	Y ₂₂
Control (testigo)	--	--	To	Y _o

(*) SAE: sachet absorbente de etileno. (**) Promedio de 3 repeticiones

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Frutos de quito quito, procedentes del sector “Leopardo”, ubicado en el distrito y provincia de Chanchamayo, Región Junín.

3.5.2. Muestra

La muestra total estuvo compuesta de 22 kg de quito quito, tanto para pruebas preliminares y definitivas, distribuido en bandejas para los 5 tratamientos incluyendo al testigo.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos se llevó a cabo en el laboratorio de análisis de alimentos de la Escuela de Industrias Alimentarias - UNDAC. Algunos análisis se realizaron en el laboratorio de control de calidad de la UNCP. Para la recolección de datos se utilizó la observación, cuaderno de campo para anotaciones, bibliografía especializada sobre el tema de estudio y el gestor de referencias zotero.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

a. Materia prima.

Se utilizaron frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L), con un día después de cosechados, coloración amarilla, y estado de madurez 3 según la NTC-5093 (2009).

b. Insumos

- Cloruro de calcio, grado QP
- Sachet absorbente de etileno marca GreenKeeper GK4/P – peso 3g KMnO₄/sachet

c. Equipos.

- Refractómetro manual- Marca Atago, rango 0-32 °Brix.
- Titulador automático, cap 500mL, bureta de vidrio 25mL.
- Peachímetro digital. Marca Hanna, rango 0-14.
- Penetrómetro digital de frutas. Modelo AGY-30, aguja 11.1mm, Rango de 0.4 -30 kg/cm² .
- Balanza electrónica. Marca Henkel capacidad 2000g/0.01g.

- Espectrofotómetro. UV, marca Única UVIZOS, rango de 200 a 1100nm.
- Balanza analítica. Marca Adam, AAA-250L.
- Termómetro digital de -20 a 100°C.
- Higrómetro/termómetro digital portátil.
- Vernier digital, material plástico, precisión ± 0.1 mm.
- Molinillo eléctrico multifuncional portátil, Marca RAF, 3000w

d. Materiales:

- Materiales de laboratorio para análisis: vasos de precipitación, probeta, matraz Erlenmeyer, pipetas, tubos de ensayo, gradillas, titulador automático, cubetas para espectrofotómetro y otros materiales de vidrio.
- Envases para frutas transparentes material PET, cap 1000g Modelo HH-202306, largo: 280 mm, ancho: 160 mm, profundidad 90 mm.

e. Reactivos

- Solución de hidróxido de sodio 0.1N
- Solución de fenolftaleína al 1%
- Hipoclorito de sodio
- Solución buffer pH: 4.0 y pH:7.0
- 2,5-diclorofenol indofenol
- Acido oxálico al 0.4%
- Agua destilada

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

El uso de retardantes de la maduración es una tecnología emergente en postcosecha y los sachets de $KMNO_4$ es un producto químico con certificación que no tiene contacto directo con el producto. Además, los insumos e instrumentos de investigación utilizadas fueron validados y convalidados con el apoyo de investigaciones afines al tema y referenciados con fuentes especializados.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.8.1. Técnicas de procesamiento de datos

En la investigación se utilizó las siguientes técnicas: diagramas de flujo, construcción de gráficos y tablas en Microsoft Excel y Word, fichas de evaluación sensorial, panelistas semientrenados, software estadístico para análisis de variancia y prueba de tukey. Para el acondicionamiento y conservación al ambiente del quito quito se utilizó el diagrama de flujo de procesamiento de la Figura 7.

Descripción del diagrama de flujo

Recepción.

Los frutos de quito quito fueron recepcionadas con un día después de la cosecha en jabas de plástico.

Limpieza y selección.

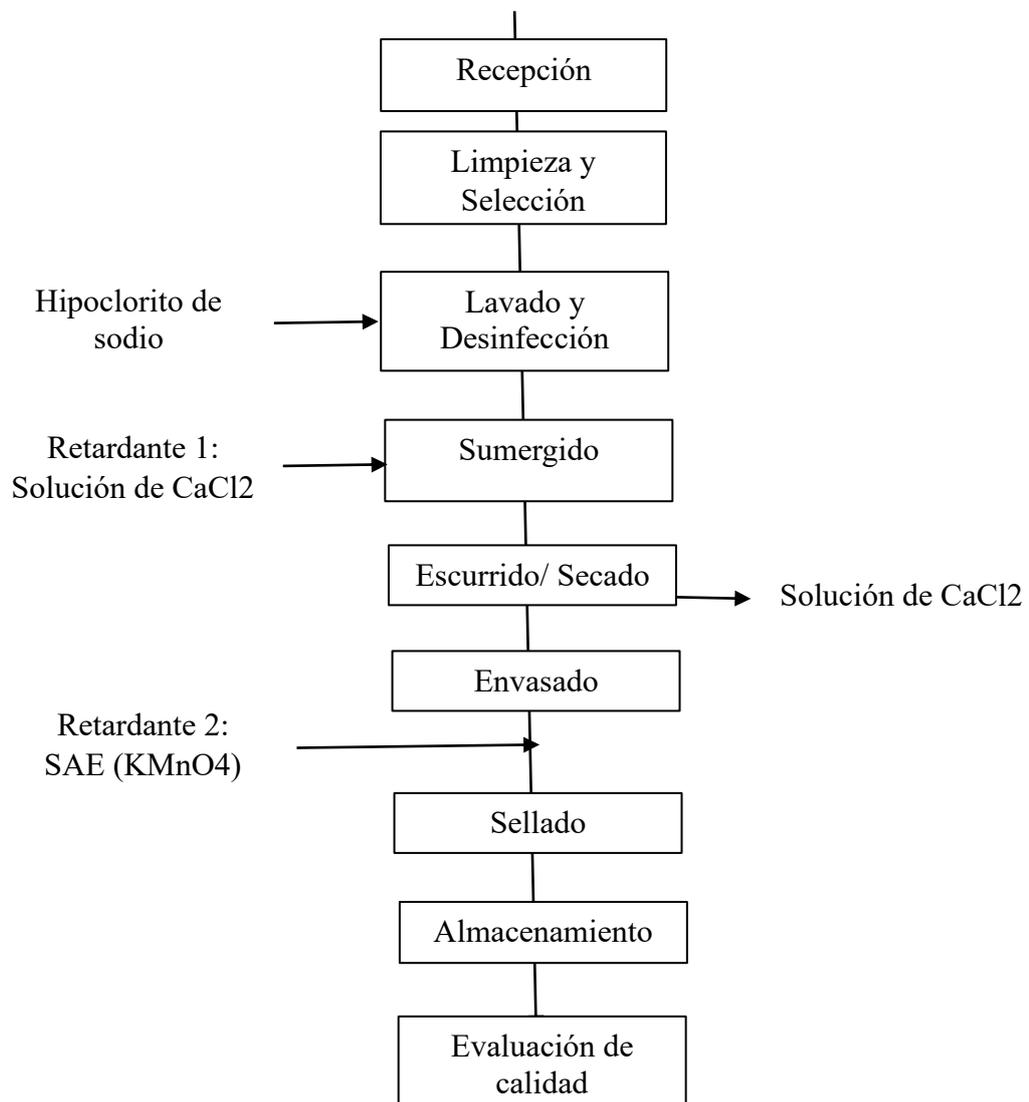
Se realizó con la finalidad de retirar los tricomas adheridos en la superficie de los frutos con la ayuda de un paño seco, Los frutos fueron seleccionados en cuanto a uniformidad, grado de madurez en la escala 3 según NTC (2002), con la ausencia de daños y defectos visuales.

Lavado y desinfección.

Se realizó en baldes de plástico utilizando agua clorada a la concentración de 1.5 ppm con la finalidad de lavar los frutos de quito quito y para minimizar la carga microbiana.

Figura 7:

Diagrama de flujo para la conservación postcosecha de los frutos de quito quito



Sumergido

Los frutos fueron sumergidos en un recipiente conteniendo el primer retardante de maduración, preparando soluciones de cloruro de calcio a las

concentraciones definidas en el diseño experimental y permaneciendo durante 10 minutos.

Escurredo y Secado

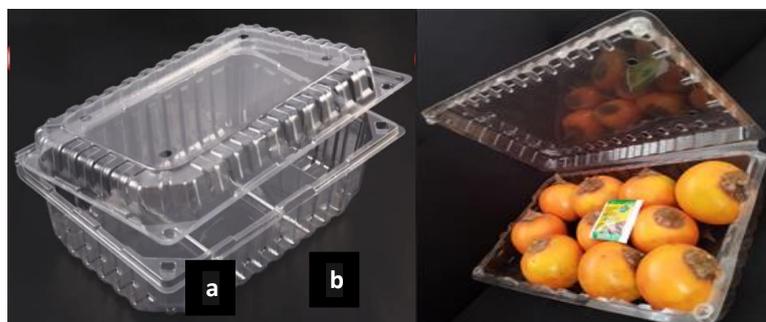
Transcurrido el tiempo, los frutos fueron extraídos de la solución retardante de CaCl_2 con la ayuda de un colador para el escurrido y posterior secado a temperatura ambiente durante 2 horas.

Envasado

Los frutos tratados con el primer retardante (CaCl_2) fueron en acondicionados en los envases PET transparentes con dimensiones de largo 280mm, ancho 160mm y profundidad: 90 mm y 4 perforaciones que modifica su atmósfera al interior (Figura 8). Los frutos fueron divididos en dos grupos: El primer grupo corresponde los frutos tratados con 1% de CaCl_2 y el segundo grupo con frutos tratados al 2% de CaCl_2 . Seguidamente, a cada grupo se dividió en dos grupos para la adición del segundo retardante de la madurez constituido por sachet absorbente de etileno (SAE) que contiene KMnO_4 . En cada envase fueron colocados 1 kg de frutos, equivalente a 10 unidades aproximadamente frutos de quito quito, cada uno con tres repeticiones.

Figura 8:

Envases PET para frutas utilizados en la investigación



Cerrado

Se realizó inmediatamente después de la incorporación de los sobres absorbedores de etileno conteniendo 3 g de KMnO_4 granulado por sachet de la marca GREENKEEPER GK4/P de acuerdo a los siguientes tratamientos: To: control (sin retardante combinado de maduración -RCM), T1: 1% CaCl_2 + 3g KMnO_4 (1SAE); T2: 1% CaCl_2 + 6g KMnO_4 (2SAE) ; T3: 2% CaCl_2 + 3g KMnO_4 (1SAE) ; T4: 2% CaCl_2 + 6g KMnO_4 (2SAE).

Almacenamiento

Las muestras fueron colocadas en un estante de madera con malla para su ventilación y almacenados durante 20 días a temperatura ambiente de $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ$ y humedad relativa de $65\% \pm 3\%$.

Evaluación de calidad.

Los frutos fueron evaluados a intervalos de 4 días durante un periodo de 20 días en los parámetros de calidad definidos en la variable dependiente.

3.8.2. Técnicas de análisis de datos

A. Caracterización inicial de la materia prima

Análisis físicos y morfológicos

Color. Mediante cartilla de color para naranjilla NTC-5093 (2002).

Peso (P). Mediante peso del fruto en una balanza digital en gramos (g).

Calibre. Método Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), (2009), mediante medida del diámetro ecuatorial (DE) y diámetro longitudinal (DI) del fruto, utilizando un vernier, la medida fue expresado en mm.

Porcentaje de cáscara (%). Mediante relación de peso total y el peso de cáscara.

Rendimiento de pulpa (%). Se pesó la fruta entera, se retiró y descartó la piel y semillas, se pesó la cantidad de pulpa obtenida y se expresó como porcentaje (%) respecto al peso de la fruta entera.

Color Cielab. Mediante colorímetro Minolta. Informe N° 0388-2023 LCC-UNCP, Ref. AOAC: 2000.

Análisis fisicoquímicos

pH. Mediante método AOAC (2000). Se utilizó un medidor de pH digital con lectura directa previa calibración con buffer pH= 4.0 y pH=7.0

Humedad. Mediante método AOAC (2000). Se determinó como resultado de la pérdida de peso durante el calentamiento hasta obtener un peso constante, luego se expresó en porcentaje peso por diferencia de peso.

Sólidos solubles totales (SST). Método AOAC (1997). Se determinó usando un refractómetro digital con intervalo de lectura de 0 a 32 grados brix a 20°C.

Acidez titulable (AT). Método AOAC (2005). Se determinó mediante un titulador automático con solución de NaOH 0,1 N y fenolftaleína como indicador. Los resultados fueron expresados como porcentaje de ácido cítrico.

Índice de madurez (IM). Método INEN NTE (2009), mediante la relación entre el valor de sólidos solubles totales (SST) expresado en grados Brix y el valor de la acidez titulable (AT)

expresado en porcentaje de acidez de la fruta.

Firmeza. Se midió en diversos puntos luego de retirar la piel en la zona ecuatorial de cada fruto. Se utilizó un esclerómetro digital portátil para frutas (penetrómetro) modelo AGY-30, disco de 11 mm y los resultados fueron expresados en kgf/cm^2 .

Vitamina C. Método espectrofotométrico mediante los reactivos del 2,6-diclorofenolindofenol, ácido oxálico y ácido ascórbico y utilizando la curva estándar obtenido por Murillo-Baca et al., (2023).

B. Evaluación fisicoquímica de tratamientos

Análisis fisicoquímico

Pérdida de peso. Se pesó cada fruto al inicio y al término de cada periodo de almacenamiento en una balanza digital Marca Henkel capacidad 2000g/0.01g. La pérdida de peso se expresó como porcentaje del peso respecto al valor inicial mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdida Peso (\%)} = \frac{P_I - P_F}{P_I} \times 100$$

Donde:

P_1 = peso (g) de la muestra en el primer día de almacenamiento

P_2 = peso final (g) de la muestra en los sucesivos días de almacenamiento

Firmeza. Igual que en la materia prima utilizando un esclerómetro digital para frutas modelo GY-30, disco de 11 mm y los resultados expresados en kgf/cm^2 .

pH, solidos solubles y acidez titulable. Igual que en la materia prima. Se tomó y pesó un fruto de quito quito y se homogenizó en un

molinillo eléctrico, se extrajo el filtrado con una tela fina y luego se utilizó para la medición de pH (por inmersión del electrodo), sólidos solubles (con refractómetro) y la acidez titulable (por neutralización del filtrado con NaOH 0.1 N), de la misma forma que en la materia prima

Índice de madurez (IM), relación (SS/AT), igual que en la materia prima.

Temperatura y humedad relativa. Se utilizó un termohigrómetro digital portátil.

C. Evaluación sensorial de tratamientos

Se llevó a cabo con la participación de 15 panelistas semientrenados (estudiantes de industrias alimentarias) quienes evaluaron los atributos de color, aroma, sabor, apariencia y aceptabilidad de las muestras en una escala hedónica de 1 a 5 puntos (Anexo 2) durante 4, 8, 12, 16 y 20 días de almacenamiento al ambiente.

D. Evaluación de vida útil postcosecha.

La vida útil de los frutos con los tratamientos en estudio se basó en los días que se lograron mejores resultados de las características fisicoquímicas y sensoriales en base a los siguientes criterios: promedios de pérdida de peso inferior a 7% (Walle, 2023); promedio de firmeza superior a 6 kgf/cm² (NTC-5903); máximo promedio en sólidos solubles (NTC-5903); mínimo promedio en acidez; máximo promedio en color (NTC-5903), mejor apariencia, aroma, sabor y aceptabilidad. Los días de vida útil fueron analizados mediante análisis de variancia en DCA y prueba de Tukey.

E. Análisis del mejor tratamiento

- **Color superficial espacio** Cielab. Igual que en la materia prima.
Informe de ensayo N° 0390 LCC-UNCP
- **Componentes bioactivos:**
Vitamina C: Informe de ensayo N° 0384 LCC-UNCP
Polifenoles totales: Informe de ensayo N° 0387 LCC-UNCP
- **Análisis proximal:** humedad, ceniza, grasa, proteína, fibra, carbohidratos. Informe de ensayo N° 0383 LCC-UNCP

3.9. Tratamiento estadístico

Se utilizó el diseño bloque completo al azar DBCA para todo el periodo de almacenamiento y un DCA con tres repeticiones por cada evaluación. Los datos generados se sometieron a un análisis de variancia (ANOVA) mediante el programa Infostat v. 2020. Las diferencias significativas con valores “p” inferiores a 0.05 ($p \leq 0.05$) fueron considerados significativos y las medias fueron comparados mediante la prueba de Tukey.

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde: Y_{ij} : Variable dependiente: Calidad postcosecha (físicoquímico y sensorial)

u : Media general

T_i : Efecto de los tratamientos t_i (retardantes combinados de la maduración)

B_j : Efecto del periodo de almacenamiento (bloques b_j)

E_{ij} : Efecto de error experimental de las observaciones

3.10. Orientación ética filosófico y epistémica

La investigación utilizó materia prima de uso alimentario e insumos para la conservación de alimentos aprobados y certificados por las entidades

correspondientes; su manipulación y procesamiento en laboratorio no está sujeto a restricciones de tipo ético. Asimismo, los antecedentes, fundamentos teóricos y otros, que sustentan la investigación han sido citados y referenciados, reconociendo la autoría como corresponde.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

La investigación implicó una serie de actividades previamente planificadas para la aplicación de los tratamientos y la recolección de datos. Se preparó el espacio de trabajo en el taller de frutas y laboratorio de análisis de alimentos de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, asegurándose de contar con las condiciones para simular el almacenamiento. Se recolectaron las muestras representativas de frutos de quito quito en un estado de madurez y tamaño homogéneo. Las muestras fueron sometidos a las operaciones de limpieza, selección, lavado y desinfección para garantizar la uniformidad del experimento, seguidamente, fueron divididas en dos grupos: el primer grupo fue sumergido en una solución de CaCl_2 al 1% por 10 minutos y el segundo grupo sumergido en solución de CaCl_2 al 2% por el mismo tiempo. Luego de escurrido y secado las muestras de cada grupo fueron divididos en dos subgrupos en los envases con adición de los sachets absorbedores de etileno (SAE) que contienen KMnO_4 , de acuerdo a los tratamientos definidos en el diseño experimental. Las muestras fueron asignadas a los tratamientos y al grupo de control (testigo) y almacenadas en un estante por 20 días. Durante todo el período de

almacenamiento, se registraron la temperatura y humedad relativa del ambiente. A intervalos de cuatro días, se realizaron mediciones de las características fisicoquímicas (como la firmeza, pérdida de peso, sólidos solubles, pH y acidez titulable) y sensoriales (color, aroma, sabor, apariencia y aceptabilidad) en una escala hedónica de 5 puntos, a partir de cuyos resultados se determinó la vida útil.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Características iniciales de la materia prima

Tabla 9:
Características físicas iniciales de la materia prima

N°	Color (1-5)	Calibre			Rendimiento (%)		Firmeza (kgf/cm ²)
		Peso (g)	DE (mm)	DL (mm)	Cáscara	pulpa	
1	3	92.98	57	54.4	24.32	58.45	23.28
2	3	112.79	58.8	56.8	20.25	59.19	22.85
3	3	100.78	56.2	53.8	21.17	60.78	19.68
4	3	101.87	51.9	49.7	19.96	59.83	19.64
5	3	109.98	59.3	58.6	24.33	64.14	23.67
6	3	90.47	57.5	53.8	24.51	63.86	24.62
7	3	102.96	56.7	53.5	22.92	62.97	24.13
8	3	105.98	52.7	51	23.75	63.61	19.1
9	3	110.89	53.9	52.4	20.15	63.92	22.06
10	3	109.95	55.8	55	22.19	64.66	21.47
Promedio	3	103.87	55.98	53.9	22.36	62.14	22.05
Desviación Estándar	0	7.60	2.46	2.59	1.86	2.33	2.00

Cartilla de color (NTC-5093, 2002),

DE: Diámetro ecuatorial, DL: Diámetro longitudinal

La Tabla 9 muestra las características físicas de color, calibre, rendimiento y firmeza de los frutos de quito quito utilizados en la investigación. Los frutos presentaron un grado de maduración en la escala 3 para el color de

acuerdo a la cartilla de color de la NTC- 5093 (2002). El peso promedio fue frutos individuales fue 103.87g; diámetro ecuatorial promedio (DE) de 55.9mm, diámetro longitudinal (DL) promedio de 53.90mm, rendimiento en pulpa y cáscara de 22.36 y 62.14%, y contenido de firmeza promedio de 22.05 kgf/cm² mediante un penetrómetro digital.

Tabla 10:

Características fisicoquímicas iniciales de la materia prima

Características fisicoquímicas	Contenido				D.E.
	R1	R2	R3	Prom	
Humedad (%)	86.36	85.56	84.96	85.30	0.02
Ceniza (%)	0.81	0.85	0.84	0.83	0.10
Sólidos solubles totales SST (°Brix)	7.8	8.2	8.0	8.0	0.20
pH	2.86	3.21	3.11	3.06	0.06
Acidez Titulable AT (% ác cítrico)	3.76	3.74	3.70	3.73	0.03
Índice de madurez	2.73	2.55	2.57	2.62	0.10
Vitamina C (mg/100g)	32.23	31.24	30.38	31.28	0.92

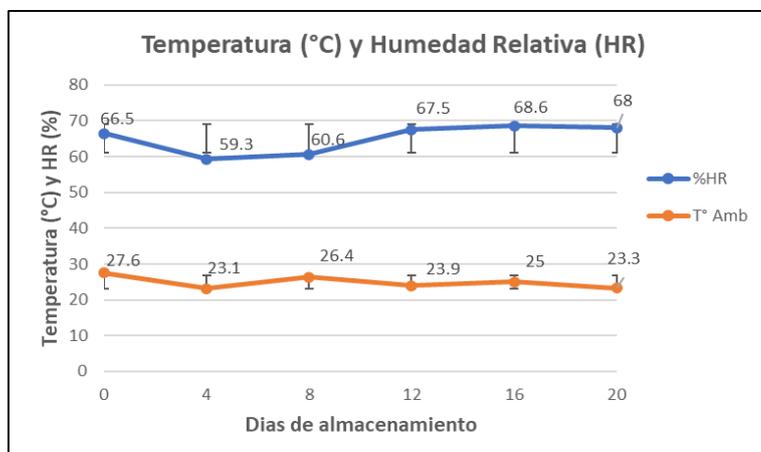
DE: Desviación estándar

En la Tabla 10 se muestra las características fisicoquímicas iniciales de los frutos de quito quito utilizados en la investigación. Los valores promedios muestran un contenido de humedad de 85.30%, ceniza de 0.83%, sólidos solubles de 8.0 grados Brix, pH de 3.06, acidez titulable de 3.73% de ácido cítrico, una relación sólidos solubles /acidez titulable de 2.62 y vitamina C de 31.28 mg/100g.

4.2.2. Temperatura y humedad relativa de almacenamiento

Figura 9:

Comportamiento de la temperatura y humedad relativa del ambiente



En la figura 9, se muestra el comportamiento de la temperatura y humedad relativa durante el periodo de almacenamiento de los frutos de quito quito, alcanzado un promedio general de 65.08 % para la humedad relativa y 24.88°C para la temperatura ambiente. Según Paulo et al. (2017), el control de la temperatura y la humedad relativa en almacenamiento de alimentos frescos permite garantizar su buen aspecto y mantener sus características físicas, químicas, biológicas y sensoriales durante periodos más prolongados.

4.2.3. Características fisicoquímicas del almacenamiento.

a. Evaluación de la pérdida de peso

La Tabla 11 y figura 10 muestra resultados del porcentaje de pérdida de peso acumulado de los frutos de quito quito almacenados al ambiente y tratados con CaCl₂ más sachet absorbente de etileno, cuyos tratamientos muestran una tendencia creciente conforme transcurre los días de almacenamiento al ambiente.

Tabla 11:

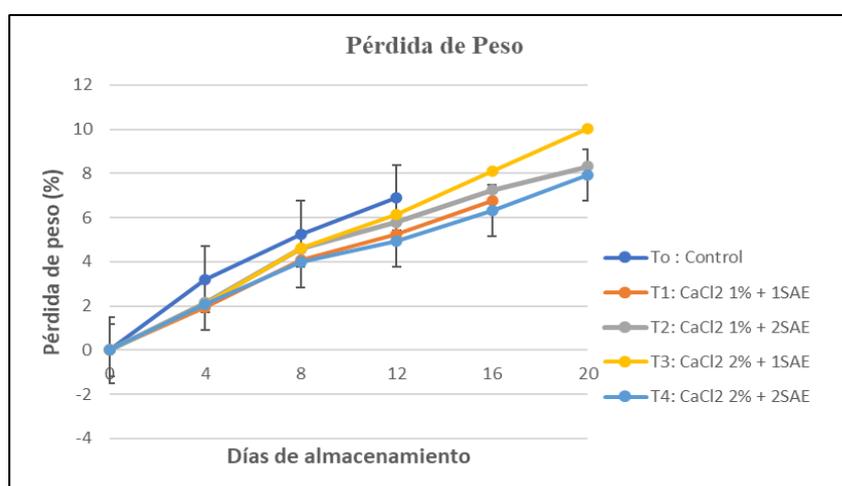
Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para pérdida de peso (%) durante el almacenamiento del quito quito

Tratamientos	Días de almacenamiento (bloques)						Medias
	0d	4d	8d	12d	16d	20d	Trat.
To : Control	0	3.2 ^a	5.26 ^a	6.91 ^a			6.72 ^a
T1: CaCl2 1% + 1SAE	0	1.95 ^b	4.10 ^a	5.23 ^a	6.77 ^a		5.33 ^{ab}
T2: CaCl2 1% + 2SAE	0	2.16 ^{ab}	4.59 ^a	5.8 ^a	7.25 ^a	8.78 ^b	5.71 ^{ab}
T3: CaCl2 2% + 1SAE	0	2.05 ^{ab}	4.61 ^a	6.12 ^a	8.12 ^a	10.01 ^a	6.18 ^{ab}
T4: CaCl2 2% + 2SAE	0	2.06 ^{ab}	3.99 ^a	4.95 ^a	6.32 ^a	7.93 ^b	5.05 ^b
Coef. Variabilidad	-	19.52	22.56	26.16	23.78	26.17	24.67
Medias bloques	-	2.28 ^d	4.51 ^c	5.80 ^c	7.35 ^b	9.06 ^a	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 10:

Gráfico del porcentaje de pérdida de peso acumulado de tratamientos durante el almacenamiento

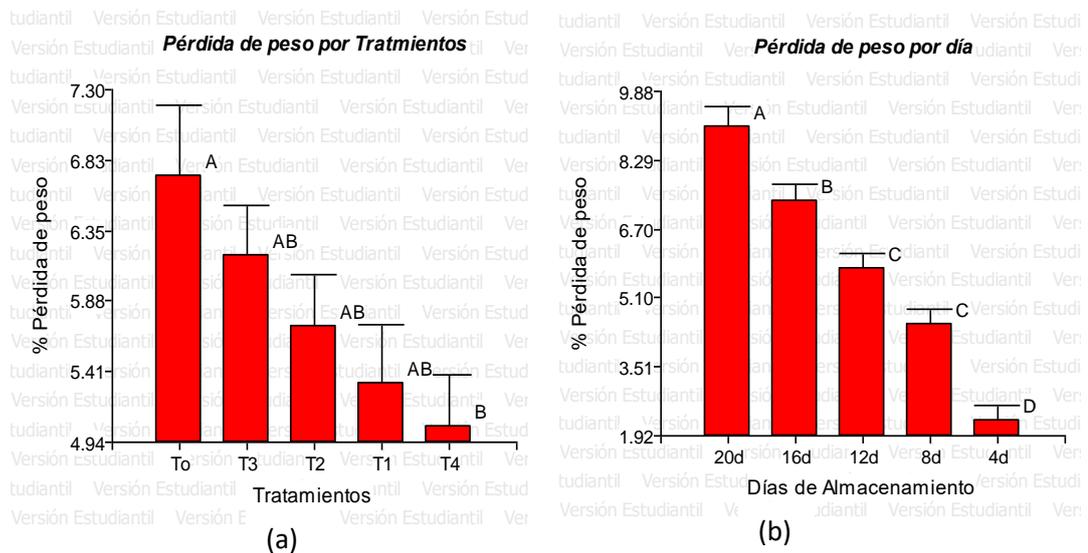


Las mayores pérdidas de peso se presentaron en el tratamiento control To que alcanza un máximo de 6.91%, en 12 días; mientras que los frutos con los retardantes combinados de la maduración (RCM) presentaron las pérdidas de peso más bajas en el mismo tiempo con 5.23% en el tratamiento T1, 5.8% en T2, 6.12% en T3 y 4.95% en T4. Después de los 12 días el tratamiento testigo fue descartado por

mostrar signos avanzados de deterioro por senescencia. A los 20 días las pérdidas de peso fueron de 8.78% en T2, 10.01% en T3 y 7.93% en T4, acompañados de algunos signos de deterioro, excepto con en el T4 que mostró mejor apariencia hasta el día 16. En general, la menor pérdida en tratamientos se presenta con el tratamiento T4 al mostrar un promedio de 5.05%, mientras que aumenta conforme transcurre los días de almacenamiento desde 2.28 % en 4 días y alcanza 9.06% en 20 días. La Figura 11, muestra significancia entre las medias de los tratamientos y los bloques, siendo mejor el tratamiento T4 (CaCl₂+2SAE) con la menor pérdida de peso con relación a los demás tratamientos, mientras que con relación a bloques la mayor pérdida se presenta en el día 20.

Figura 11:

Gráfico de Tukey ($p < 0.05$) de medias de tratamientos (a) y bloques (b) para la pérdida de peso del quito quito



b. Evaluación de la firmeza

La Tabla 12 muestra resultados del CaCl₂ y SAE sobre la pérdida de firmeza de los frutos de quito durante el almacenamiento, los cuales

graficados en la Figura 12, muestran una tendencia hacia la disminución.

Tabla 12:

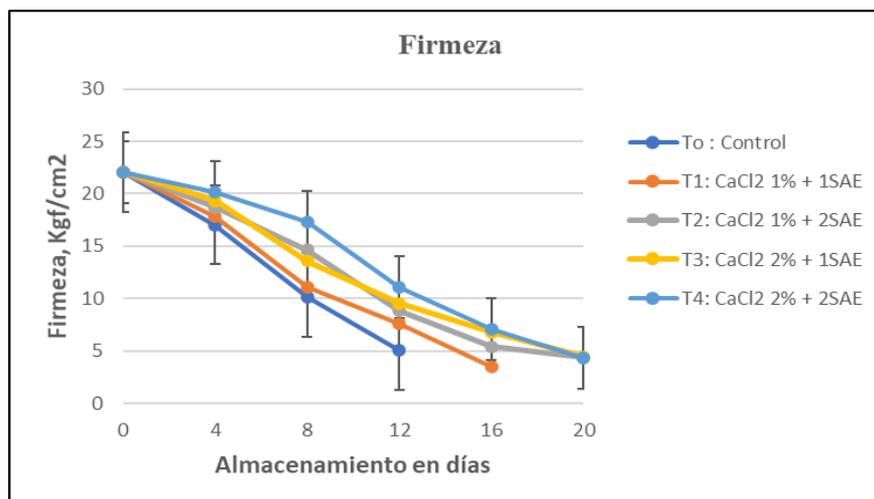
Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para el contenido de firmeza en kgf/cm² durante el almacenamiento del quito quito

Tratamientos	Días de almacenamiento (bloques)						Medias Trat.
	0d	4d	8d	12d	16d	20d	
To : Control	22.05	17.01 ^e	10.09 ^e	5.02 ^e			6.94 ^d
T1: CaCl ₂ 1% + 1SAE	22.05	17.85 ^d	13.1 ^d	7.65 ^d	3.44 ^c		8.89 ^c
T2: CaCl ₂ 1% + 2SAE	22.05	18.71 ^c	14.64 ^b	8.84 ^c	5.40 ^b	4.33 ^b	10.38 ^b
T3: CaCl ₂ 2% + 1SAE	22.05	19.32 ^b	13.60 ^c	9.50 ^b	6.80 ^a	4.46 ^b	10.74 ^b
T4: CaCl ₂ 2% + 2SAE	22.05	20.10 ^a	17.32 ^a	11.06 ^a	7.12 ^a	5.01 ^a	12.12 ^a
Coef. Variabilidad	-	0.71	0.91	1.86	8.48	4.76	
Medias bloques	-	18.60 ^a	13.75 ^b	8.42 ^c	4.97 ^d	3.33 ^e	6.42

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 12:

Gráfico de la variación de la firmeza en Kg/cm² de tratamientos durante los días del almacenamiento



A los 12 días, se produce un decaimiento de la firmeza desde 22.05 kgf/cm² hasta 5.02 kgf/cm² en el tratamiento control (To); 7.65 kgf/cm² en T1; 8.84 kgf/cm² en T2 ; 9.5 kgf/cm² en T3 y 11.06

kgf/cm² en T4. A los 20 días los tratamientos T2 y T3 muestran de 4.33 y 4.46 kgf/cm² , mientras que T4 presentó 5.01 kgf/cm². En general, las medias de tratamientos muestran que con el Tratamiento T4 se obtiene la firmeza de 12.12 kgf/cm², mientras que dicho valor es mayor en los primeros 4 días de almacenamiento con 18.6 kgf/cm² y menor firmeza en 20 días con 3.33 kgf/cm². La Figura 13 muestra la prueba de Tukey con diferencias significativas ($p < 0.05$) para la firmeza, tanto en tratamientos como en los bloques, de los cuales la mayor firmeza lo presenta el tratamiento T4.

Figura 13:

Gráfico de Tukey ($p < 0.05$) de medias de tratamientos (a) y bloques (b) para la firmeza del quito quito

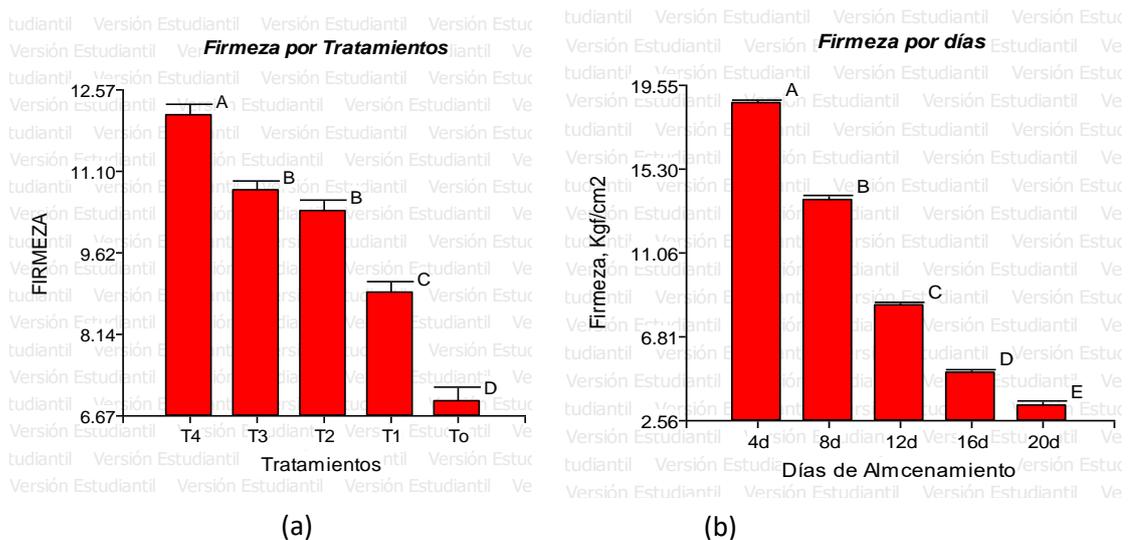


Tabla 13:

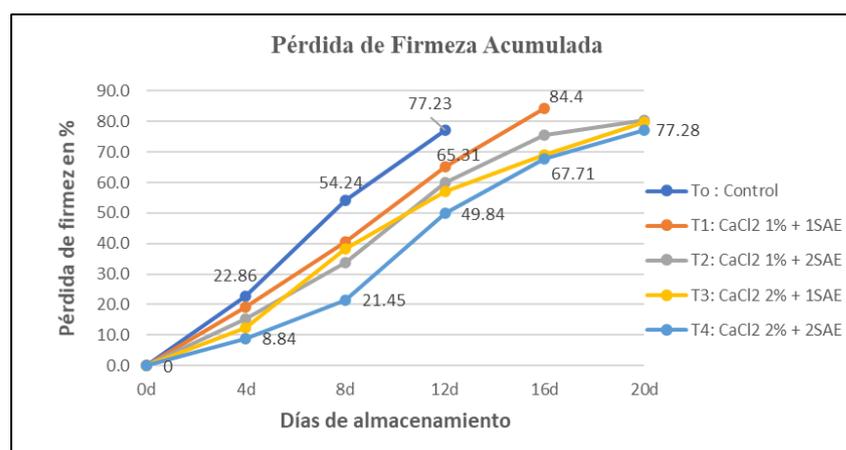
Pérdida de firmeza acumulado (%) durante el almacenamiento del quito quito

Tratamientos	Días de almacenamiento (bloques)						Medias
	0d	4d	8d	12d	16d	20d	Trat.
To : Control	0	22.86	54.24	77.23			51.44
T1: CaCl2 1% + 1SAE	0	19.05	40.59	65.31	84.4		52.34
T2: CaCl2 1% + 2SAE	0	15.15	33.61	59.91	75.51	80.36	52.91
T3: CaCl2 2% + 1SAE	0	12.38	38.32	56.92	69.16	79.77	51.31
T4: CaCl2 2% + 2SAE	0	8.84	21.45	49.84	67.71	77.28	45.02
Medias bloques	0	15.65%	37.64%	61.81%	77.46%	84.9%	

Valores porcentuales a partir de la Tabla 12

Figura 14:

Gráfico del porcentaje de pérdida de firmeza acumulada durante el almacenamiento



La Tabla 13 y Figura 14, muestran el comportamiento del porcentaje de pérdida de firmeza acumulado de los tratamientos cuyos valores aumentan conforme transcurre los periodos de almacenamiento alcanzando el tratamiento T4 un menor porcentaje de pérdida de firmeza acumulado de 67.71% en 16 días (7.12 kgf/cm²) y 77.28% en 20 días (5.01 kgf/cm²) en comparación con el resto de tratamientos.

c. Evaluación del pH

Tabla 14:

Prueba de Tukey ($p < 0,05$) de variación del pH durante el almacenamiento del quito quito

Tratamientos	Días de almacenamiento (bloques)						Medias Trat.
	0d	4d	8d	12d	16d	20d	
To : Control	3.06	3.26 ^a	3.31 ^b	3.45 ^a			3.4 ^a
T1: CaCl ₂ 1% + 1SAE	3.06	3.21 ^b	3.38 ^a	3.36 ^b	3.42 ^a		3.38 ^a
T2: CaCl ₂ 1% + 2SAE	3.06	3.15 ^c	3.23 ^c	3.27 ^c	3.31 ^c	3.33 ^c	3.28 ^b
T3: CaCl ₂ 2% + 1SAE	3.06	3.22 ^{ab}	3.23 ^c	3.25 ^{cd}	3.31 ^b	3.45 ^a	3.29 ^b
T4: CaCl ₂ 2% + 2SAE	3.06	3.06 ^d	3.17 ^d	3.21 ^d	3.25 ^c	3.38 ^b	3.21 ^c
Coef. Variabilidad	-	0.41	0.43	0.55	0.12	0.57	0.96
Medias bloques	-	3.18 ^e	3.26 ^d	3.31 ^c	3.34 ^b	3.48 ^a	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 15:

Gráfico de variación del pH durante el almacenamiento

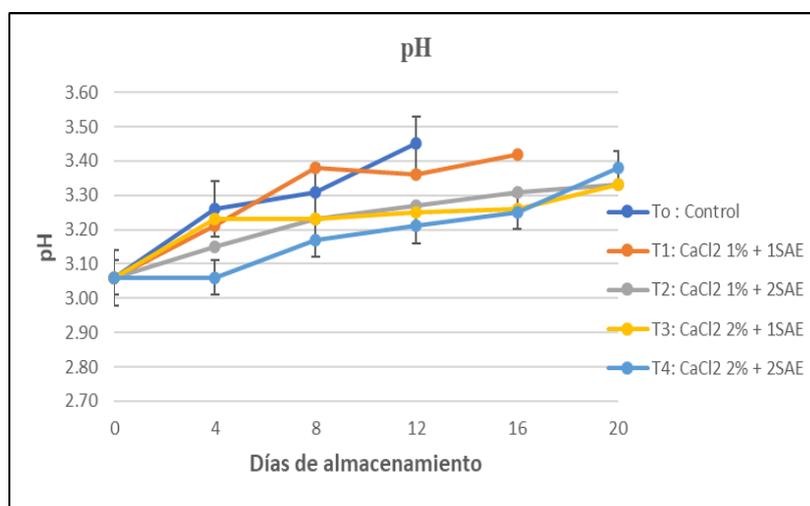
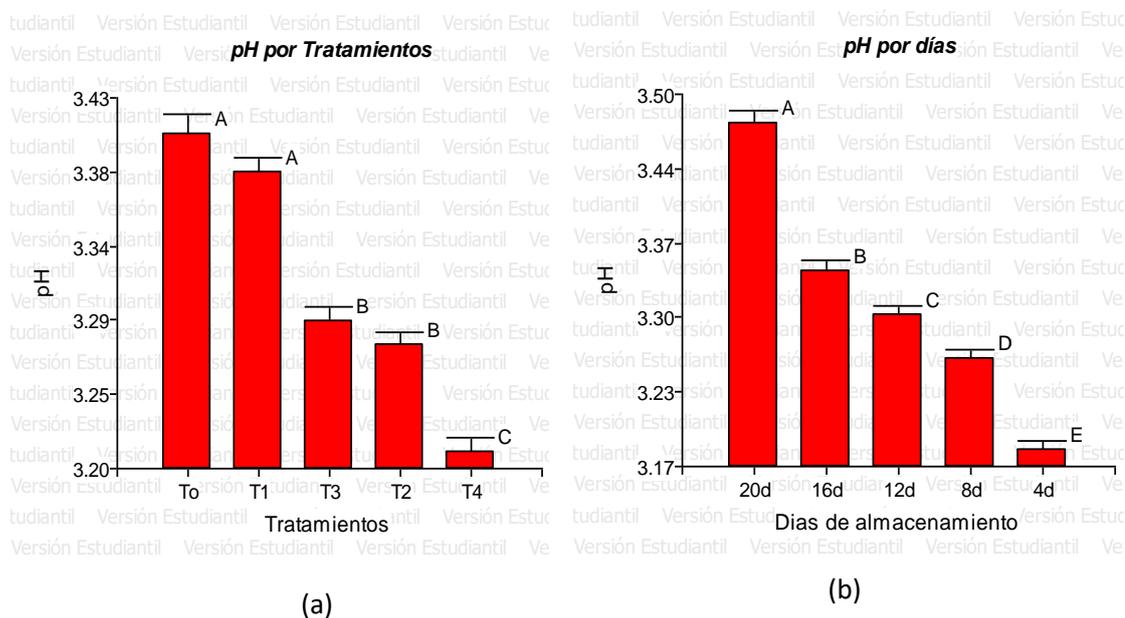


Figura 16:

Gráfico de Tukey ($p < 0.05$) de la media de tratamientos (a) y bloques (b) para el pH del quito quito



La Tabla 14 presenta resultados del comportamiento del pH de los frutos de quito quito tratados mediante la combinación de CaCl_2 y los SAE, cuya tendencia se muestra en la Figura 15. Se observa un pH de inicio de 3.06 que luego culmina con 3.45 en el día 12 para el tratamiento control To. Asimismo, se obtiene un pH de 3.42 a los 16 días en el Tratamiento T1, y a los 20 días pH de 3.33 en T2, 3.45 en T3 y 3.38 en T4. En general, con respecto a tratamientos el más bajo promedio en pH (3.21) se obtuvo con el tratamiento T4; en cambio, con respecto al tiempo, el más alto valor de pH, se obtuvo a los 20 días de almacenamiento como se aprecia en la Figura 16.

d. Evaluación de la acidez titulable (AT)

La Tabla 15 Y Figura 17 muestran resultados promedios de la variación de la acidez titulable de los frutos de quito quito durante el almacenamiento, los cuales muestran un comportamiento contrario a

la variación del pH, es decir tiende a disminuir progresivamente. A los 12 días, la acidez desciende de 3.73% a 3.40% en el control To, a 3.38% en T1, a 3.51% en T2, a 3.48% en T3 y a 3.62% en T4. A los 20 días la acidez desciende hasta 3.35% en T2, 3.19% en T3 y 3.31% en T4.

Tabla 15:

Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para variación de la acidez titulable (%) durante el almacenamiento del quito quito

Tratamientos	Días de almacenamiento (bloques)						Medias Trat.
	0d	4d	8d	12d	16d	20d	
To : Control	3.73	3.6 ^a	3.40 ^b	3.40 ^b			3.37 ^d
T1: CaCl ₂ 1% + 1SAE	3.73	3.72 ^a	3.51 ^{ab}	3.38 ^b	3.32 ^c		3.43 ^{cd}
T2: CaCl ₂ 1% + 2SAE	3.73	3.67 ^a	3.55 ^{ab}	3.51 ^{ab}	3.47 ^{ab}	3.35 ^a	3.51 ^{ab}
T3: CaCl ₂ 2% + 1SAE	3.73	3.64 ^a	3.6 ^a	3.48 ^{ab}	3.45 ^{ab}	3.19 ^{ab}	3.47 ^{bc}
T4: CaCl ₂ 2% + 2SAE	3.73	3.71 ^a	3.66 ^a	3.62 ^a	3.54 ^a	3.31 ^b	3.57 ^a
Coef. Variabilidad	-	1.25	1.85	2.07	2.0	1.69	2.04
Medias bloques	-	3.67 ^a	3.55 ^b	3.48 ^b	3.42 ^c	3.24 ^d	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

En general, con respecto a tratamientos, la acidez muestra diferencias significativas siendo mayor con 3.57% en el tratamiento T4; mientras que con respecto al tiempo la mayor acidez de 3.67% se obtiene a los 4 días de almacenado que luego desciende hasta 3.24 a los 20 días, como muestra la Figura 18.

Figura 17:

Gráfico de la variación de la acidez titulable durante el almacenamiento

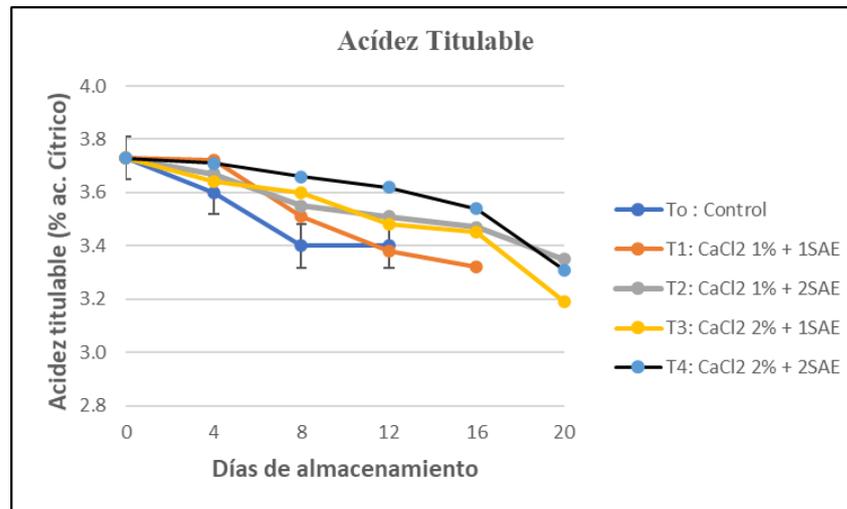
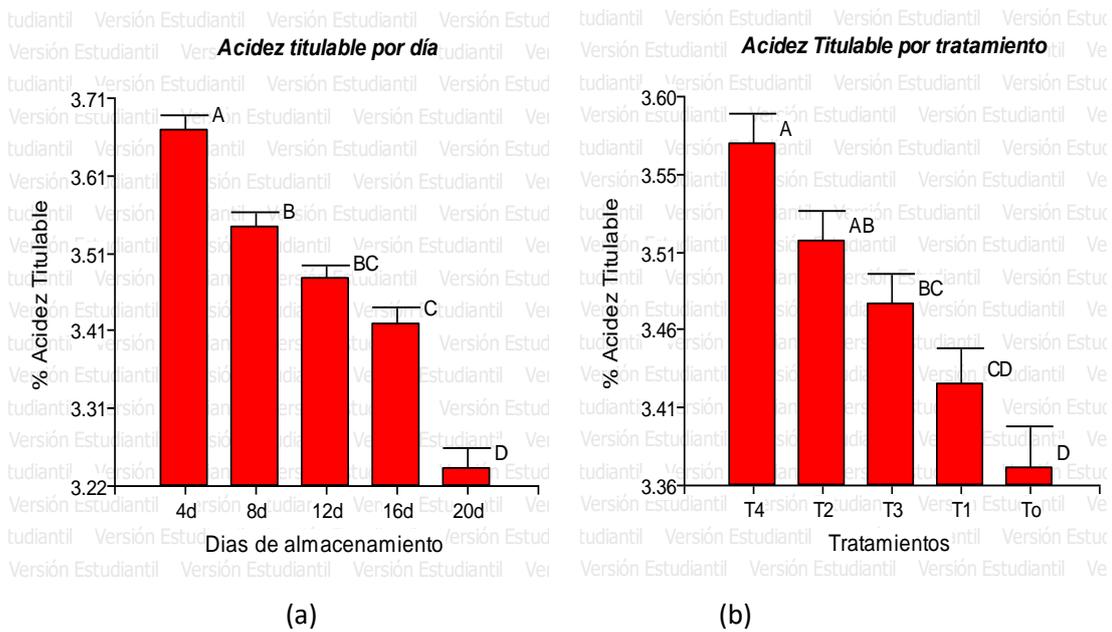


Figura 18:

Gráfico de Tukey ($p < 0.05$) de medias de tratamientos (a) y bloques (b) para la acidez titulable (%) del quito quito



e. Evaluación de los sólidos solubles totales (SST)

La Tabla 16 y Figura 19 muestran resultados promedios de los sólidos solubles totales de los frutos de quito quito durante el periodo de almacenamiento al ambiente en el cual se observa una tendencia en el

ascenso de los sólidos solubles totales conforme transcurre los días de almacenamiento.

Tabla 16:

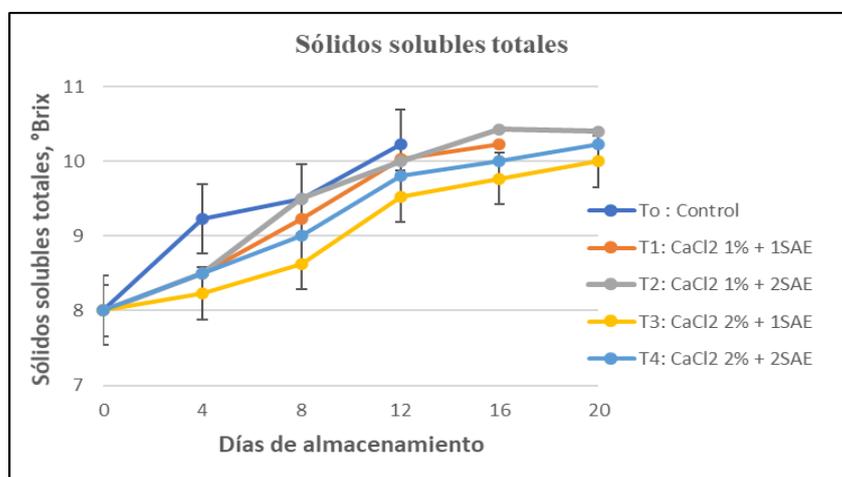
Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para la variación de los sólidos solubles totales ($^{\circ}$ brix) durante el almacenamiento del queso

Tratamientos	Días de almacenamiento						Medias Trat.
	0d	4d	8d	12d	16d	20d	
To : Control	8	9.23 ^a	9.5 ^a	10.23 ^a			10.07 ^a
T1: CaCl2 1% + 1SAE	8	8.5 ^b	9.23 ^b	10.03 ^b	10.23 ^a		9.66 ^b
T2: CaCl2 1% + 2SAE	8	8.50 ^b	9.50 ^a	10.0 ^b	10.43 ^b	10.40 ^a	9.77 ^b
T3: CaCl2 2% + 1SAE	8	8.23 ^b	8.63 ^b	9.53 ^b	9.77 ^c	10.0 ^a	9.23 ^d
T4: CaCl2 2% + 2SAE	8	8.5 ^b	9.0 ^b	9.8 ^b	10.23 ^a	10.0 ^a	9.51 ^c
Coef. Variabilidad	-	1.7	2.91	2.07	2.17	2.35	
Medias bloques	-	8.59 ^d	9.17 ^c	9.92 ^b	10.27 ^a	10.28 ^a	2.39

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 19:

Gráfico de la variación de sólidos solubles totales durante el almacenamiento

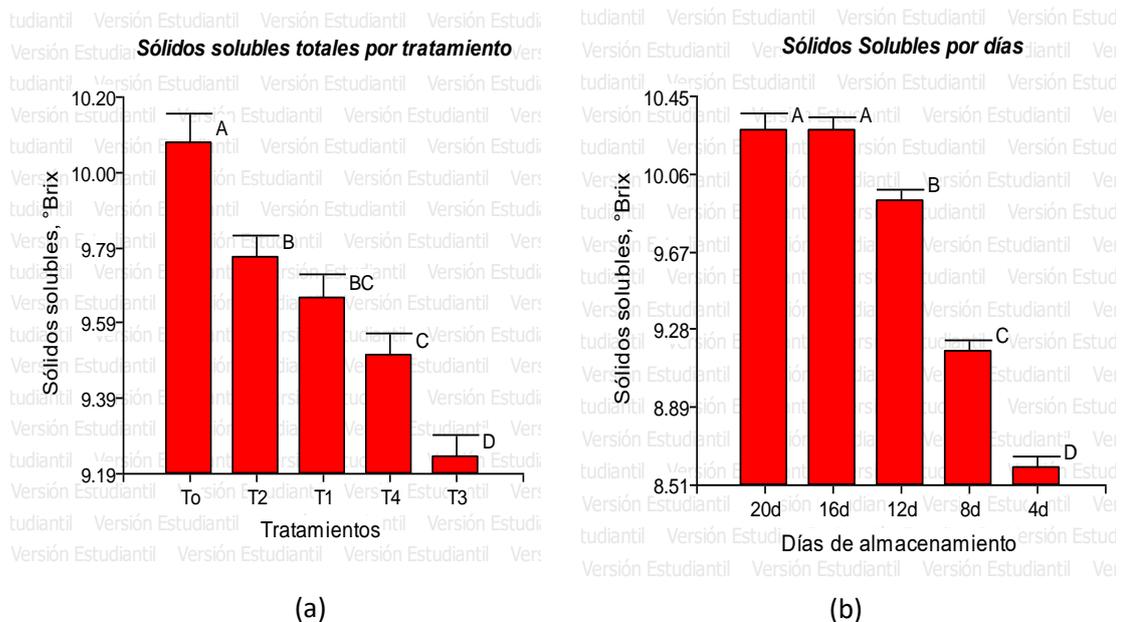


Se aprecia que a los 12 días el tratamiento control To alcanzó 10.23 $^{\circ}$ brix, valor muy cercano a los tratamientos T1 y T2, en cambio, el valor más bajo de 9.8 $^{\circ}$ brix se obtuvo con en el tratamiento T4 en el mismo periodo de tiempo. Los valores máximos fueron obtenidos

en el día 16 en todos los tratamientos que contienen CaCl₂ y el absorbente de etileno en sachet. A los 20 días existe un descenso de los sólidos solubles totales hasta aproximadamente 10.0 brix en los tratamientos T2, T3 y T4. El análisis varianza (ANOVA) para sólidos solubles totales muestra diferencias significativas entre los tratamientos y los días de almacenamiento (bloques) y las medias analizadas con la prueba de Tukey se muestran en la Figura 20 que señala el más alto valor de 10.07 °brix en el tratamiento control y 9.51 °brix en el tratamiento T4. Adicionalmente, los sólidos solubles totales muestran diferencias significativas y se incrementa conforme transcurre el tiempo de almacenamiento, siendo similar entre los días 16 y 20.

Figura 20:

Gráfico de Tukey ($p < 0.05$) de medias de tratamientos (a) y bloques (b) para los sólidos solubles totales del quito quito



f. Índice de madurez

Tabla 17:

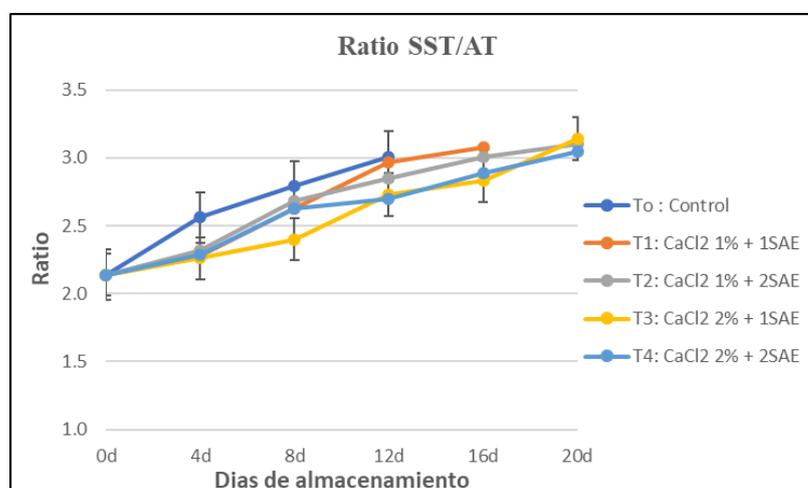
Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para el índice de madurez del quito quito durante el almacenamiento

Tratamientos	Días de almacenamiento (bloques)						Medias Trat.
	0d	4d	8d	12d	16d	20d	
To : Control	2.14	2.56 ^a	2.79 ^a	3.01 ^a			2.99 ^a
T1: CaCl ₂ 1% + 1SAE	2.14	2.28 ^b	2.63 ^{ab}	2.97 ^a	3.08 ^b		2.84 ^b
T2: CaCl ₂ 1% + 2SAE	2.14	2.32 ^b	2.68 ^{ab}	2.85 ^{ab}	3.01 ^{bc}	3.10 ^c	2.79 ^b
T3: CaCl ₂ 2% + 1SAE	2.14	2.26 ^b	2.4 ^c	2.73 ^b	2.83 ^c	3.14 ^c	2.67 ^c
T4: CaCl ₂ 2% + 2SAE	2.14	2.29 ^b	2.63 ^{bc}	2.7 ^b	2.89 ^{bc}	3.05 ^c	2.68 ^c
Coef. Variabilidad	-	2.60	3.74	2.41	3.11	2.67	
Medias bloques	-	2.34 ^c	2.59 ^d	2.85 ^c	3.00 ^b	3.17 ^a	3.26

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 21:

Variación del índice de madurez durante el almacenamiento del quito quito.

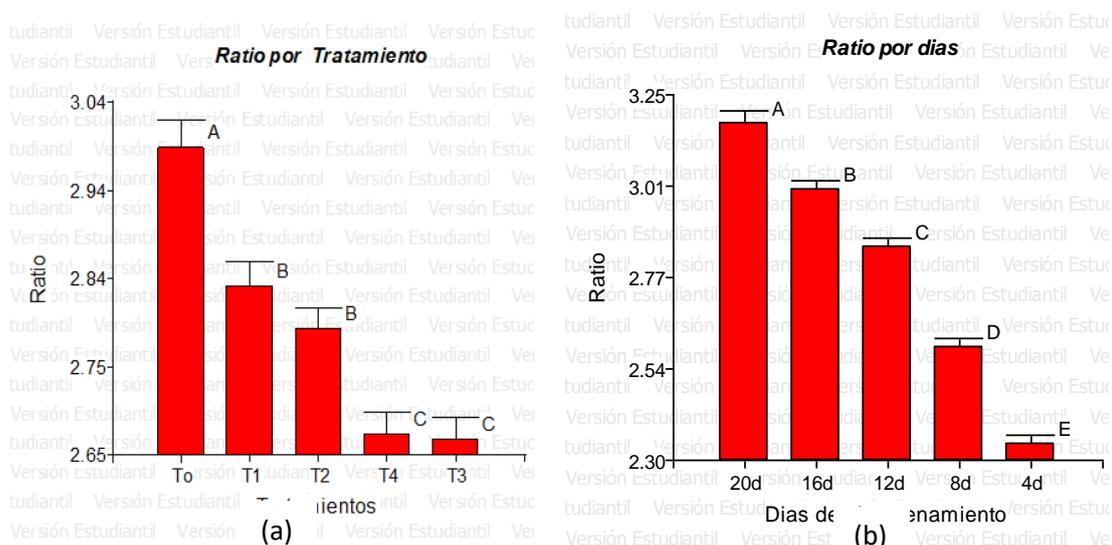


La Tabla 17 y Figura 21 muestran resultados de la relación sólidos solubles con la acidez titulable de los frutos de quito quito durante el almacenamiento, en los cuales se observa un progresivo ascenso conforme transcurre el periodo de almacenamiento, que se inicia con un valor de 2.14 y culmina con 3.01 en 12 días en el control To. El

tratamiento T1 culmina en 16 días con ratio de 3.08, en tanto que los tratamientos T2, T3 y T4 presentan ratios similares en 20 días. La Figura 22 indica significancia del índice de madurez entre tratamientos y los días de almacenamiento, siendo similares en los tratamientos T3 y T4 y aumenta con el tiempo.

Figura 22:

Gráfico de Tukey ($p < 0.05$) de medias de tratamientos (a) y bloques (b) para el índice de madurez del quito quito durante el almacenamiento



g. Evaluación de vitamina C

Tabla 18:

Contenido de vitamina C en quito quito según tratamientos (mg/100g) y la variación porcentual de pérdida durante el almacenamiento

Tratamientos	Días de almacenamiento			Variación porcentual de pérdida de vit C		
	0d	8d	16d	0d	8d	16
To : Control	31.28	28.19	-	0%	9.87%	-
T1: CaCl ₂ 1% + 1SAE	31.28	28.54	26.62	0%	8.75%	14.89%
T2: CaCl ₂ 1% + 2SAE	31.28	30.25	27.69	0%	3.29%	11.70%
T3: CaCl ₂ 2% + 1SAE	31.28	29.38	28.32	0%	6.07%	9.46%
T4: CaCl ₂ 2% + 2SAE	31.28	30.86	28.54	0%	1.34%	8.75%

La Tabla 18, muestra el contenido de vitamina C en mg/100g después de 8 y 16 días de almacenamiento de los frutos de quito quito, cuyo contenido desciende desde 31.28 hasta 28.19 mg/100g en 8d en el tratamiento control (To) y hasta un máximo de 28.54 mg/100g en 16d en el tratamiento T4. Se observa además que conforme transcurre el tiempo existe un decaimiento de vitamina C con la mayor pérdida de 9.87% en el tratamiento testigo To y 1.34% en el tratamiento T4 a los 8 días de almacenamiento. Lo mismo ocurre a los 16 días con el tratamiento T4 al registrarse la menor pérdida de 8.75% de dicha vitamina.

4.2.4. Características sensoriales durante el almacenamiento

a. Evaluación del color

Tabla 19:

Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para el color del quito quito según tratamientos y días de almacenamiento al ambiente

Tratamientos		Días de almacenamiento				
		4d	8d	12d	16d	20d
Control	To	3.87 ^a	4.67 ^a	4.8 ^a	nd	nd
CaCl ₂ 1% + 1 Scht	T1	3.73 ^{ab}	4.00 ^b	4.6 ^a	nd	nd
CaCl ₂ 1% + 2 Scht	T2	3.73 ^{ab}	4.67 ^a	4.73 ^a	nd	nd
CaCl ₂ 2% + 1 Scht	T3	3.00 ^{bc}	4.40 ^{ab}	4.47 ^a	nd	nd
CaCl ₂ 2% + 2 Scht	T4	3.33 ^c	3.87 ^b	4.0 ^a	nd	nd
Significancia $p < 0.05$		*	*	ns	-	-
DMS-Tukey		0.4320	0.6221	0.5121	-	-
CV		11.88	14.67	10.82	-	-

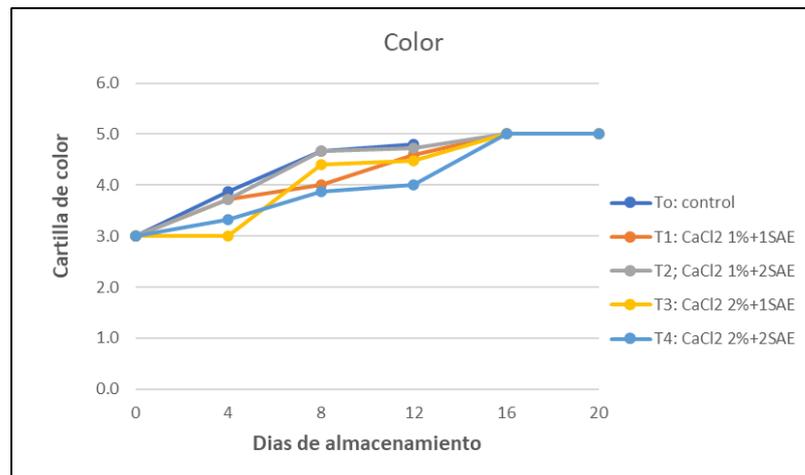
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

La Tabla 19 y Figura 23 muestran resultados para el atributo color del quito quito, el cual fue evaluado por medio de los panelistas tomando

como referencia la cartilla de color de la Figura 5, en la escala de 1 al 5. Los frutos al inicio presentaron una escala de coloración 3 (color verde - amarillo) el cual tiende a cambiar a color naranja conforme madura. Esto se evidencia con los promedios de tratamientos evaluados por los panelistas en los días 4, 8 y 12. El color del control (To) fue 3.87 en el día 4, 4.67 en el día 8, y 4.8 en el día 12. Los tratamientos que retrasaron el cambio de color fueron T3 y T4. En el día 12 no hubo diferencias de coloración entre los tratamientos alcanzando puntajes cercanos a 5 en la cartilla de color, por el cual no fue necesario su medición en los días 16 y 20.

Figura 23:

Variación del atributo color del quito quito durante el almacenamiento



b. Evaluación de la apariencia

La apariencia general es uno de los atributos importantes que influye en la decisión de compra y determina la aceptabilidad del producto. La Tabla 20 y Figura 24, muestran resultados la apariencia del fruto de quito quito. Se observa que para el día 4 la apariencia es no significativo en todos los tratamientos, mientras que en los días

posteriores dicho atributo muestra significancia en todos los tratamientos. En el día 12 la apariencia del tratamiento testigo se reduce de 4.33 a 3.07, mientras que el resto de tratamiento que contienen RCM muestran puntajes superiores a 4 puntos como los tratamientos T2, T3 y T4, los cuales disminuyen su apariencia en los días posteriores en contraste al tratamiento testigo que presento deterioro por el cual ya no se registraron datos. A los 20 días, apariencia del tratamiento T4 es superior a los tratamientos T2 y T3, pero inferior al día 16.

Tabla 20:

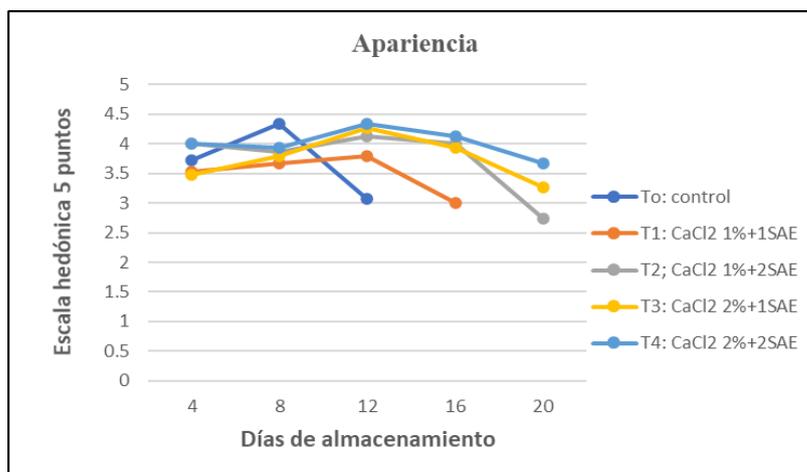
Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para la apariencia del quito quito según tratamientos y días de almacenamiento al ambiente

Tratamientos		Días de almacenamiento				
		4d	8d	12d	16d	20d
Control	To	3.73 ^a	4.33 ^a	3.07 ^b	nd	nd
CaCl ₂ 1% + 1 Scht	T1	3.53 ^a	3.67 ^a	3.8 ^a	3.00 ^b	nd
CaCl ₂ 1% + 2 Scht	T2	4.00 ^a	3.87 ^{ab}	4.13 ^a	4.00 ^a	2.73 ^b
CaCl ₂ 2% + 1 Scht	T3	3.47 ^a	3.8 ^{ab}	4.27 ^a	3.93 ^a	3.27 ^{ab}
CaCl ₂ 2% + 2 Scht	T4	4.00 ^a	3.93 ^{ab}	4.33 ^a	4.13 ^a	3.67 ^a
Significancia $p < 0.05$		ns	*	*	*	*
DMS-Tukey		0.6159	0.6364	0.6183	0.7748	0.6705
CV		16.44	15.77	15.44	21.06	23.03

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 24:

Variación del atributo apariencia del quito quito durante el almacenamiento



c. Evaluación del aroma

Tabla 21:

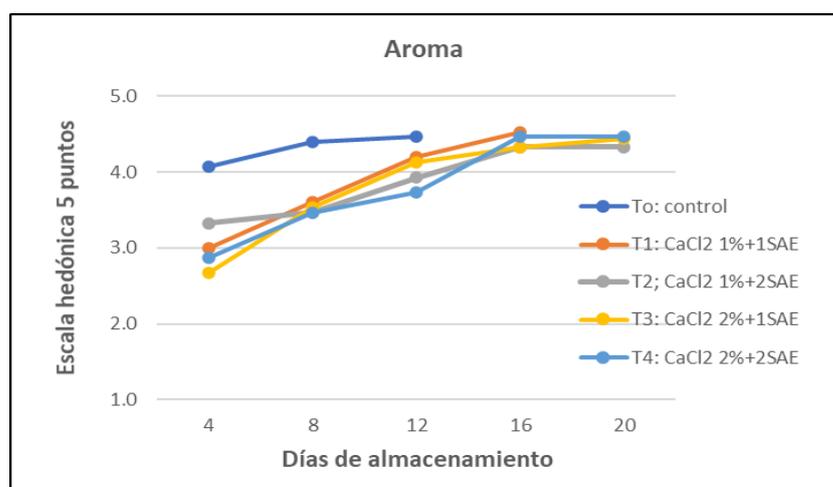
Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para el aroma del quito quito según tratamientos y días de almacenamiento al ambiente

Tratamientos		Días de almacenamiento				
		4d	8d	12d	16d	20d
Control	To	4.07 ^a	4.4 ^a	4.47 ^a	nd	nd
CaCl2 1% + 1 Scht	T1	3.00 ^b	3.6 ^b	4.20 ^{ab}	4.53 ^a	nd
CaCl2 1% + 2 Scht	T2	3.33 ^{ab}	3.47 ^b	3.93 ^{ab}	4.33 ^a	4.33 ^a
CaCl2 2% + 1 Scht	T3	2.67 ^b	3.53 ^b	4.13 ^{ab}	4.33 ^a	4.44 ^a
CaCl2 2% + 2 Scht	T4	2.87 ^b	3.47 ^b	3.73 ^b	4.47 ^a	4.47 ^a
Significancia $p < 0.05$		*	*	*	ns	ns
DMS-Tukey		0.815	0.551	0.703	0.517	0.666
CV		24.86	14.50	16.71	12.00	12.58

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 25:

Variación del atributo aroma del quito quito durante el almacenamiento



La Tabla 21 y figura 25 muestran resultados de aroma del quito quito, observándose un aumento notable a hasta 12 días (4.47 puntos) en el tratamiento control To, 4.20 en T1; 3.93 en T2, 4.13 en T3 y 3.73 puntos en T4. Entre los días 16 y 20 los puntajes para aroma son superior a 4 y similares en todos los tratamientos lo cual se debe a la emisión de volátiles del fruto. El mayor promedio en aroma es conseguido con el tratamiento T4, seguido del tratamiento T3 y T2.

d. Evaluación del sabor

La Tabla 22 y Figura 26, muestran resultados y tendencia del atributo sabor de los frutos de quito quito, no existiendo significancia entre tratamientos desde la primera hasta la última evaluación. El quito quito es una fruta ácida, por el cual los panelistas calificaron el sabor básicamente en base a su acidez, el cual cambia muy ligeramente durante el proceso de maduración. Así por ejemplo los tratamientos T2, T3 y T4 muestran valores similares a los aun después del día 12. En cambio, con el tratamiento testigo To el sabor cambia de 3.27

puntos en día 4 hasta 3.80 puntos en el día 12. En el tratamiento T4, acidez se mantiene constante desde el día 12 hasta el día 20.

Tabla 22:

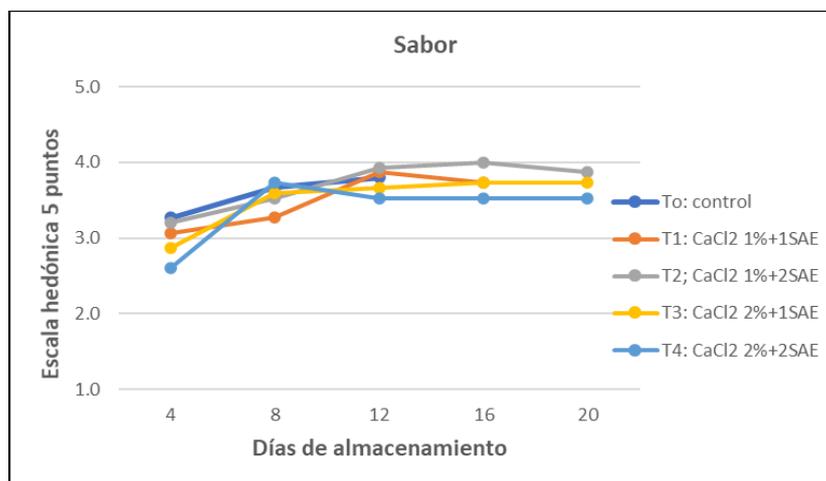
Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para el sabor del quito quito según tratamientos y días de almacenamiento al ambiente

Tratamientos		Días de almacenamiento				
		4d	8d	12d	16d	20d
Control	To	3.27 ^a	3.67 ^a	3.80 ^a	nd	nd
CaCl ₂ 1% + 1 Scht	T1	3.07 ^a	3.27 ^a	3.87 ^a	3.73 ^a	nd
CaCl ₂ 1% + 2 Scht	T2	3.20 ^a	3.53 ^a	3.93 ^a	4.00 ^a	3.87 ^a
CaCl ₂ 2% + 1 Scht	T3	2.87 ^a	3.6 ^a	3.67 ^a	3.73 ^a	3.73 ^a
CaCl ₂ 2% + 2 Scht	T4	2.60 ^a	3.73 ^a	3.53 ^a	3.53 ^a	3.53 ^a
Significancia $p < 0.05$		ns	ns	ns	ns	ns
DMS-Tukey		0.679	-	0.685	0.585	0.477
CV		22.00	-	17.72	15.99	14.24

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 26:

Variación del atributo sabor del quito quito durante el almacenamiento



e. Evaluación de la aceptabilidad

Tabla 23:

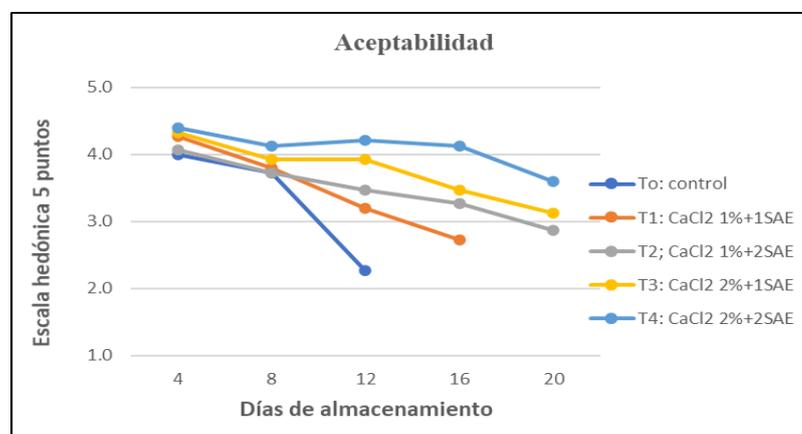
Prueba de Tukey ($p < 0.05$) para la aceptabilidad del quito quito según tratamientos y días de almacenamiento al ambiente.

Tratamientos		Días de almacenamiento				
		4d	8d	12d	16d	20d
Control	To	4.00 ^a	3.73 ^a	2.27 ^d	nd	nd
CaCl ₂ 1% + 1 Scht	T1	4.27 ^a	3.80 ^a	3.20 ^c	2.73 ^c	nd
CaCl ₂ 1% + 2 Scht	T2	4.07 ^a	3.73 ^a	3.47 ^{bc}	3.27 ^{bc}	2.87 ^b
CaCl ₂ 2% + 1 Scht	T3	4.33 ^a	3.93 ^a	3.93 ^{ab}	3.47 ^b	3.13 ^b
CaCl ₂ 2% + 2 Scht	T4	4.40 ^a	4.13 ^a	4.20 ^a	4.13 ^a	3.60 ^a
Significancia $p < 0.005$		ns	ns	*	*	*
DMS-Tukey		0.7201	0.666	0.704	0.620	0.458
CV		16.61	16.74	20.40	18.68	15.85

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 27:

Variación del atributo aceptabilidad del quito quito durante el almacenamiento



En la Tabla 23 y figura 27 muestran resultados en aceptabilidad. Comparativamente durante los periodos de 4 y 8 días no hubo diferencias significativas entre los distintos tratamientos y los promedios oscilan entre 3.73 y 4.40; y según el instrumento de evaluación estas puntuaciones corresponden a un “me gusta moderadamente”. A partir del día 12, la aceptabilidad es significativo

y con una tendencia al descenso en los días 16 y 20. La mejor aceptabilidad es logrado hasta el día 16 en los tratamientos con promedio de 3.47 puntos en T3 y 4.13 en T4, no obstante, este último obtuvo promedio de 3.60 puntos en el día 20, sin embargo, físicamente mostró signos de desecación y leve arrugamiento en la superficie.

4.2.5. Evaluación de vida útil

La Tabla 24 muestra la vida útil de los frutos de quito quito según tratamiento cuyos datos son los días en los cuales se registraron los mejores resultados en cuanto a las características fisicoquímicas (% pérdida de peso, % pérdida de firmeza, SST, AT) y características sensoriales (color, apariencia, aroma, sabor, aceptabilidad), según los periodos del almacenamiento (4d, 8d, 12d, 16 y 20d).

Tabla 24:

Criterios para tiempo de vida útil (días) del quito quito en función de la evaluación fisicoquímico y sensorial de tratamientos.

Calidad Postcosecha	Criterios	Tratamientos				
		To	T1	T2	T3	T4
%Pérdida de peso	promedio < 7% (*)	8	12	12	12	12
%Pérdida Firmeza	promedio < 70% (**)	8	12	12	12	16
Solidos solubles totales	máx promedio	12	16	20	20	16
%Acidez titulable	mín promedio	12	16	20	20	20
Color	máx promedio	12	16	20	20	20
Apariencia	máx promedio	8	12	12	16	16
Aroma	máx promedio	12	16	16	20	20
Sabor	máx promedio	12	12	16	20	20
Aceptabilidad	máx promedio	8	12	12	16	16
Vida útil de Tratamientos		10.22 ^b	13.78 ^b	15.56 ^a	17.33 ^a	17.33 ^a

(*) sugerido por (Walle, 2023) para tomate, (**) Firmeza > 7 kgf/cm² NTC (2002)

Tabla 25:

Análisis de variancia para vida útil en función de los criterios de calidad postcosecha.

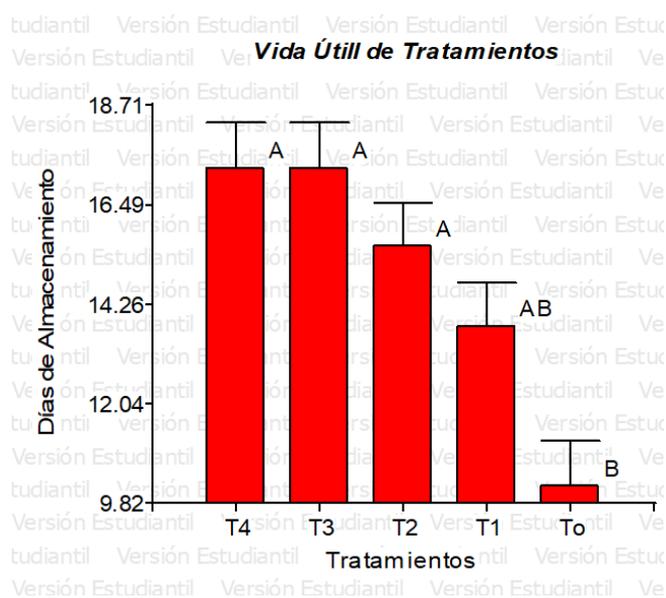
F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Tratamientos	4	318.58	79.64	9.33	<0.0001	*
Error	40	341.33	8.53			
Total	44	659.91				

C.V.: 19.68

La Tabla 25 muestra que el análisis de variancia para vida útil resulta significativo en los tratamientos y la prueba de Tukey de la Figura 28, registra resultados similares de 17.33 días de vida útil con el tratamiento T3 (CaCl₂ 2% + 1 Scht) y el tratamiento T4 (CaCl₂ 2% + 2 Scht).

Figura 28:

Gráfico de Tukey (p<0.05) para la vida útil del quito quito almacenado al ambiente.



Los mejores resultados en características fisicoquímicas y sensoriales fueron obtenidos con el tratamiento T4 al obtener los siguientes valores: menor pérdida de peso 4.95% (12d), menor pérdida de firmeza 7.12 kgf/cm², 67.71% acumulado (16d); SST máximo 10.23°brix (16d); mínima acidez titulable 3.31%

por aumento del pH (20d); máximo color 5 puntos equivalente al grado de maduración 5 (20d); máximo promedio en apariencia 4.13 puntos (16d); máximo promedio en aroma 4.47 puntos (20d), máximo promedio en sabor 3.53 puntos (20d) y máximo promedio en aceptabilidad con 4.13 puntos (16d). Adicionalmente, el tratamiento T4 presentó menor porcentaje de pérdida de vitamina C a los 16 días de almacenamiento.

4.2.6. Análisis del mejor tratamiento

La Tabla 26, muestra los parámetros de color en el espacio Cielab de la piel externa del frutos del mejor tratamiento (T4). Se aprecia un descenso de la luminosidad de 59.77 al inicio (0d), 56.27 intermedio (8d) y 54.5 al final (16d) del almacenamiento, en cambio, en los parámetros a* y b* se presenta un incremento con conforme aumenta los días.

Tabla 26:

Parámetros de color Cielab para el mejor tratamiento (T4) al inicio, intermedio y final del almacenamiento

Parámetros	0d	8d	16d	Variación %
Luminosidad (L*)	59.77±4.80	56.27±3.51	54.5±0.89	+8.82
Escala rojo – verde (a*)	27.77±0.80	33.9±3.83	36±4.23	-29.63
Escala amarillo – azul (b*)	68.13±8.98	59.77±4.46	69.57±5.29	-2.11
Parámetro croma (C)	73.67±8.39	68.87±2.18	78.43±5.76	-6.46
Tono o matiz (H)	68.95±39.82	60.33±4.48	62.67±2.35	9.10

Fuente: Informe de ensayo LCC - UNCP

Tabla 27:

Contenido de compuestos bioactivos del mejor tratamiento T4

Análisis	0d	16d	Variación %
Vitamina C (mg /100g)	32.68	27.63	15.45
Polifenoles Totales (mgEq. Ac, gálico/100g)	67.09	62.64	6.63

Fuente: Informe de ensayo LCC -UNCP

La Tabla 27 muestra el contenido de compuestos bioactivos del fruto de quito del mejor tratamiento (T4) al inicio y final del almacenamiento al ambiente, en el cual la vitamina C disminuyo de 32.68 a 27.63 mg/100g; mientras que el contenido de polifenoles totales disminuye desde 67.09 hasta 62.64 mgEq acido Gálico/100g de muestra. La Tabla 28 muestra la composición química proximal del quito quito al final del almacenamiento con una humedad de 83.29%, ceniza 0,61%, grasa 0.30%, proteína 0,23%, fibra 1.92% y carbohidratos de 13.65%.

Tabla 28:

Composición química proximal del mejor tratamiento (T4) 16 días

Análisis	Contenido
Humedad (%)	83.29
Ceniza (%)	0.61
Grasa (%)	0.30
Proteína (%)	0.23
Fibra (%)	1.92
Carbohidratos (%)	13.65

Fuente: Informe de ensayo LCC -UNCP

4.3. Prueba de hipótesis

Hipótesis nula (H₀). El uso combinado de cloruro de calcio y sachet absorbente de etileno como agentes retardantes de la maduración, no tiene efecto significativo en las características fisicoquímicas y sensoriales de los frutos de quito quito durante el almacenamiento al ambiente, y muestra un comportamiento similar al testigo.

$$H_1: \tau_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4$$

Hipótesis alterna (H₁). El uso combinado de cloruro de calcio y sachet absorbente de etileno como agentes retardantes de la maduración tiene efecto significativo al menos en algunas características fisicoquímicas y sensoriales de

los frutos de quito quito durante el almacenamiento al ambiente, y muestra un comportamiento distinto al testigo

$$H_1: \tau_0 \neq \tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_4$$

En la investigación, se acepta la hipótesis alterna (H_1) ya que de acuerdo a los resultados obtenidos existen diferencias estadísticas significativas en las características de calidad fisicoquímica y sensorial de los frutos de quito quito después de la cosecha cuando estos son almacenados al ambiente empleando cloruro de calcio y sachet absorbente de etileno como retardantes combinados de la maduración.

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Características iniciales del fruto de quito quito

Según la Tabla 9, los frutos presentaron al inicio una coloración amarillo – naranja, los cuales comparados con la Norma Técnica Colombiana NTC-5093 (2002) y del Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 2023 (2009) en la escala de 1 al 5, corresponde a una estado de maduración 3 (estado pintón y con visos verdes hacia el centro). Al respecto, Andrade-Cuvi et al. (2021). En promedio los frutos utilizados presentaron al inicio un peso de $103.87 \pm 7.60g$; diámetro ecuatorial de $55.98 \pm 2.46mm$ y diámetro longitudinal $53.90 \pm mm$, rendimiento en cáscara y pulpa de $22.36 \pm 1.86\%$ y $62.14 \pm 2.33\%$ cuyos valores se encuentran dentro de los rangos establecidos por la NTE-2303 para frutos de tamaño grande (peso $> 80g$, diámetro ecuatorial $> 50mm$); mientras que la NTC-5093 reporta un peso de 98g y diámetro ecuatorial entre 56 – 60mm para frutos con calibre de 30. Loaiza et al. (2014) señala como no significativo en peso y diámetro de frutos de quito quito en tres estados de madurez y reporta un diámetro promedio de 46mm, peso de $114.72 \pm 8.27g$ en grado de maduración M1(75 y

100% verde) ; 114 ± 9.74 g en M2 (50% verde) y 111.11 ± 7.60 g en M3 (0 y 15% verde). En cuanto al rendimiento de pulpa se obtuvo un valor similar al de (Loaiza et al., 2014) e inferior a la NTC-5093 que reporta un mínimo de 68% independiente del estado de madurez. Asimismo, los frutos presentaron al inicio un aspecto fresco consistente y firme con un contenido de firmeza de 22.05 kgf/cm², mediante el esclerómetro AGY-30, sin embargo, la NTC-5093 (2002) señala en sus requisitos específicos una consistencia de 6.0 kgf/cm², independiente del estado de madurez.

La Tabla 10, muestra resultados de las características fisicoquímicas iniciales del quito quito: humedad de 85.30 ± 0.02 %, cenizas de 0.83 ± 0.10 %, SST de 8 ± 0.20 °brix, pH de 3.06 ± 0.06 , AT de 3.73 ± 0.03 %, relación SST AT de 2.62 ± 0.10 y vitamina C de 31.28 mg/100g. Valores similares se reportan en las normativas ecuatoriana y colombiana. En relación a SST, la NTE-2303 reporta un máximo de 8°brix para frutos en estado de madurez fisiológica y un mínimo de 2.4% para AT, mientras que la NTC-5309 indica 3.23% de AT independiente del estado de madurez. (Londoño Bonilla & Bernal Estrada, 2001) reporta humedad de 87.45%, humedad de 0.67%, SST de 7.6 °Brix, pH de 3.0 y acidez de 2.19% en quito quito variedad castilla. En tanto otros autores como (Mejía et al., 2012) para el mismo estado de madurez 3 reporta 8.6 °brix, pH de 3.63 y acidez de 2.21%; mientras que (Andrade-Cuvi et al., 2016) reportan pH 3.28, acidez 2.49% y SST 8.01 °brix. En consecuencia, los frutos de quito quitos seleccionados y utilizados en el experimento presentan valores dentro de los parámetros permitidos.

4.4.2. Características fisicoquímicas en almacenamiento

Como parte de la caracterización de calidad de los frutos y del comportamiento fisiológico de los tratamientos durante el almacenamiento se determinaron el % de pérdida de peso acumulado, la pérdida de firmeza en kgf/cm² y %, el pH, la AT, los SST y el índice de madurez (ratio IM), encontrándose diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos y entre los días almacenados como muestra el análisis de variancia del Anexo 7. Andrade Cuvi,(2018), refiere que estas características influyen en el sabor o calidad de consumo y que depende del tipo y concentración de azúcares (dulzor), tipo y concentración de ácidos (acidez) la concentración de compuestos fenólicos (astringencia) y concentración de compuestos volátiles (aroma)

A. Pérdida de peso

La pérdida de peso es un parámetro importante a considerar, ya que puede estar relacionado con cambios en la textura, apariencia y composición química de la fruta durante el almacenamiento (Andrade-Cuvi et al., 2016). Según Tabla 11, en todos los tratamientos se produjeron pérdida de peso progresiva a lo largo del almacenamiento con 2.28% en 4d, 4,51% en 8d, 5.8% en 12d, 7,35 en 16d y 9.06% en 20d. Todos los tratamientos con los retardantes combinados de la maduración (RCM) mostraron porcentaje de pérdida de peso menor que el control. La mayor pérdida fue registrada con el tratamiento control To (6.72%) mostrando signos de deterioro después de los 12d, por el contrario, a los 20d de almacenamiento, la menor pérdida de peso fue registrados con el tratamiento T4 (5.05%) que contiene 2% CaCl₂ + 2 SAE (6g de KMnO₄). Resultados similares son reportados por Dhakal et al., (2021) durante almacenamiento con KMnO₄ de banana, en el cual la pérdida

de peso máxima fue 10.56% (8días), 16.53% (12días) con 0 g de KMnO₄ (testigo), mientras que con 4 g de KMnO₄ la pérdida de peso fue 2,55% (8 días) y 5,93% (12 días), esto se debe a que el KMnO₄ retrasa la maduración del fruto, disminuye la permeabilidad del tejido y reduce la pérdida de peso. También registraron una baja pérdida de peso aplicando KMnO₄ menor que el control Fatima et al.(2023) y Azad et al. (2010) en mango; Sanches et al. (2019) en piña; Salami et al.(2022) en papaya y Ahmed et al. (2021) en banana. Singh, (2021) refiere que la pérdida de peso en los frutos postcosecha se produce debido al alto contenido de humedad, la alta tasa de transpiración y la respiración, lo que lleva además a una disminución de la firmeza. Dhakal et al. (2021) señalan que la transpiración de frutas frescas se ve afectada por la humedad relativa del ambiente, lo que puede influir en la pérdida de agua y, por lo tanto, en la pérdida de peso durante el almacenamiento. La pérdida de peso puede estar relacionado con cambios en la textura, apariencia y composición química de la fruta durante el almacenamiento (Pinheiro et al.,2014). Forero et al.(2017) redujo las pérdidas de peso del quito quito cubierto con hojas de plátano del 11,8% al 8,3% a temperatura ambiente y de 6,4% a 4,6% a temperatura de refrigeración. Mientras que Walle, (2023) refiere que la pérdida de peso es especialmente importante en términos económicos para el pequeño productor, ya que provoca marchitamiento y reduce la calidad comercial, siendo de 4 a 7% la pérdida de peso máximo permitido para el tomate.

B. Pérdida de firmeza

Según la Tabla 12, los frutos de quito quito muestran un decaimiento progresivo de la firmeza en kgf/cm² a lo largo del almacenamiento, el cual

baja de 22.05 kgf/cm² a 18.60 en 4d, 8.42 en 12d, 4.97 en 16d y 3.33 en 20d. Todos los tratamientos mostraron una firmeza menor que el control La menor firmeza (6.94) fue obtenido en el tratamiento control To (sin RCM) y tratamiento T1 (8.89) con RCM, mientras que la máxima firmeza (12.12) se obtuvo con el tratamiento T4 con 2% CaCl₂ + 2 SAE. Analizando la firmeza en los días considerados, se aprecia resultados similares entre los tratamientos T3 (6.80) y T4 (7.12) en 16d y entre los tratamientos T2 (4.33) y T3 (4.46) a los 20d, siendo más aceptable la firmeza del T4 (7.12) a los 16d al mostrar mejor apariencia general. En cuanto a el porcentaje acumulado de pérdida de firmeza, la Tabla 13 muestra una reducción de 15.65% en 4d, 37.64% en 8d, 61.81% en 12d, 77.46% en 16d y 84.9% en 20d. Los resultados evidencian el efecto de los RCM mediante CaCl₂ + KMnO₄ en el retraso de la pérdida de firmeza el quito quito almacenados al ambiente. Andrade-Cuvi et al. (2016) menciona que el principal cambio obtenido en quito quito luego de 14 días de almacenamiento al ambiente fue una reducción drástica de la firmeza en aproximadamente 90%. Resultados similares fueron obtenidos por Dhakal et al. (2021) en banana cuya firmeza disminuyó con KMnO₄, lo que podría deberse según Sharma et al.(2010) a la alteración de la integración celular debida a los cambios de maduración iniciados por las enzimas de pectina, pectina metilesterasa (PME) y poligalacturonasa (PG). La pérdida de firmeza en frutos según Paniagua et al.(2013) ocurre principalmente por pérdida de humedad, existiendo una relación lineal entre pérdida de peso y pérdida de firmeza durante el almacenamiento postcosecha. Por otro lado, (Costa et al., 2010) señala que la pérdida de firmeza se produce debido a la acción de varias enzimas de la

pared celular, incluida la poligalacturonasa (PG), que despolimeriza la pectina de la pared celular y depende del contenido del etileno. El cloruro de calcio puede contribuir a mantener la firmeza y reducir la pérdida de peso, mientras que los absorbentes de etileno pueden controlar la maduración y preservar la calidad de la fruta al inhibir la acción del etileno (Leng et al., 2022; Mu et al., 2022). La firmeza forma parte de los atributos de textura que determinan la calidad de un producto; la pérdida de firmeza reduce la vida de anaquel de los productos provocando el rechazo por el consumidor (Andrade-Cuvi et al., 2016). Balaguera-López et al.(2014) señala que a los 15 días de almacenamiento a temperatura ambiente (18°C) los frutos de quito quito con 3% de calcio no eran aptos para su comercialización y la mayor pérdida de peso (12.86%) se produjo en los frutos control (sin calcio), sin embargo, el tratamiento más efectivo fue la inmersión de los frutos durante 10 min y el enfriamiento a 8°C. Andrade-Cuvi et al.(2016) señala que el principal cambio encontrado luego del periodo de almacenamiento fue una reducción drástica aproximadamente del 90% de la firmeza de los frutos de las tres variedades de quito quito. El comportamiento de la firmeza del presente estudio también es respaldado con otros hallazgos como el de (Alcántara González, 2009, citado por Medina et. Al, 2023), al afirmar que el cloruro de calcio ralentiza la tasa de respiración y la generación de etileno, retrasando así la maduración y la senescencia de la fruta. Además, dado que los iones de calcio, a través de la acción de la pectina, refuerzan la durabilidad de las paredes celulares, la transpiración disminuye y, en consecuencia, se reduce la pérdida de peso.

C. pH y acidez titulable (AT)

Según la Tabla 14, los frutos de quito quito muestran un incremento progresivo del pH a lo largo del almacenamiento, lo cual es coherente con lo afirmado por Medina et al, (2021) al señalar que a medida que transcurre el período postcosecha, se observa un aumento en el pH de la fruta. Los valores de pH cambia de 3.06 en 0d a 3.18 en 4d; 3.26 en 8d; 3.31 en 12d; 3.34 en 16d y 3.48 en 20d, y todos los tratamientos mostraron pH menor que el control. No hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre To (3.4) con T1 (3.38) y tampoco entre los tratamientos T2 (3.28) con T3 (3.29). El menor valor (3.21) fue obtenido en el tratamiento T4 (3.21) que contiene RCM con 2% $\text{CaCl}_2 + 2$ SAE. Valores similares obtuvieron Forero et al.(2017) en quito quito cubierto con hojas de plátano y almacenados al ambiente. Estas variaciones según Andrade-Cuvi et al.(2016) puede estar influenciada por el estado de madurez del quito quito al reportar pH de 3.28 en grado de madurez 3 y pH de 3.37 en grado de madurez 5. En cambio, Andrade y Cuvi, et. Al. (2018) señala que la acidez titulable de la fruta puede mantenerse relativamente estable, con bajos contenidos y sin variaciones significativas a lo largo del período de almacenamiento. Pantástico (1981) citado por del Pilar Punzon et al.(2007) afirma que el aumento del pH ocurre debido a la reducción de la acidez titulable total (ATT) lo que se confirma en este estudio. Andrade-Cuvi et al. (2016) reporta un incremento del pH en un 5% en 14 días de almacenamiento al ambiente del quito quito con grado de maduración 5, lo cual es inferior al del estudio.

La acidez titulable (AT) medida en % de ácido cítrico (Tabla 15) muestra un comportamiento progresivo descendente e inverso al pH, lo cual coincide con

los reportados para otras frutas durante el proceso de almacenamiento como el banano y mango. Según Salami et al.(2022) el pH de los frutos de papaya con KMnO₄ aumentó al disminuir el contenido de acidez titulable. La AT baja desciende de 3.73% a 3.67% en 4d; 3.55% en 8d; 3.48% en 12d; 3.42% en 16d y 3.24% en 20d. La más baja AT (3.37%) se obtuvo en el tratamiento To, y la más alta (3.57%) en el tratamiento T4 a base de 2%CaCl₂ + 2 SAE (6g de KMnO₄), lo cual coincide con Dhakal et al. (2021) al obtener mas baja acidez con 0g de KMnO₄ y mayor con 6g de KMnO₄ durante el almacenamiento del banano. Esto podría deberse según Sammi y Masud (2007) y López et al. (1995) citados por Dhakal et al. (2021) a que el uso de KMnO₄ incrementa la concentración de CO₂, ya que el CO₂ es un subproducto de la degradación del etileno y un incremento en la concentración de CO₂ forma ácido carbónico en la fruta que causa acidosis. Los resultados para AT también son similares al de la NTC-5093 (2002) al reportar una AT de 3.23% independiente del estado de madurez; en cambio, Andrade-Cuvi et al. (2016) registra valores inferiores de AT para quito quito de variedad Iniap, Baeza y Agria. Los ácidos orgánicos se usan durante la respiración del fruto (ciclo respiratorio de los ácidos tricarbónicos) y contribuyen en gran parte al sabor, en una relación típica con los azúcares (Kays, 2004, Wills *et al.*, 1998, citados por del Pilar Punzon et al., 2007). Álvarez-Herrera & Galvis (2009) señala que la AT disminuye a medida que el fruto madura y se da debido a la actividad de los ácidos orgánicos utilizados como sustratos de la respiración para la síntesis de nuevos componentes durante la maduración. Los ácidos orgánicos generan una gran contribución al color, aroma y sabor de las frutas y vegetales, con parámetros

que varían durante la maduración y de la relación de los sólidos solubles entre la acidez (Obregón-La Rosa, Arias- Arroyo, et al., 2021).

D. Sólidos solubles totales (SST) e índice de madurez (IM)

La Tabla 16, muestra un incremento progresivo de los sólidos solubles totales (SST) a lo largo del almacenamiento con diferencias significativas ($p < 0.05$) en los tratamientos. Al respecto, Andrade-Cuvi et al. (2016) han observado que a medida que la fruta madura, los sólidos solubles totales tienden a aumentar y puede estar asociado con el desarrollo de compuestos como azúcares y otros metabolitos que contribuyen al sabor y la dulzura de la fruta, cuya afirmación se cumple con los resultados obtenidos. Los SST se inicia con 8°brix a 0d, el aumento a 8.59°brix en 4d, 9.17°Brix en 8d, 9.82°brix en 12d, 10.27°brix 16d y 10.28°brix en 20d. El mayor valor SST se obtuvo con el tratamiento To (10.07°brix) y menor grados brix con el tratamiento T3 (9.23°brix). No hubieron diferencias significativas de SST entre los tratamientos que contienen RCM desde 4d a 12d y tampoco entre los tratamientos T2, T3 y T4 a los 20d, sin embargo, el contenido máximo fue alcanzado en 16d y a partir del cual a los 20d se presenta un descenso desde 10.43°brix a 10.0°brix en T2 y de 10.23°brix hasta 10.0°brix en T4. Resultados similares son reportados por Andrade-Cuvi et al.(2016) de 8.98°brx en quito quito maduro desciende a 7.37°brix en estado sobremaduro, mientras que Obregón-La Rosa, Arias-Arroyo, et al. (2021) reporta $10 \pm 0.2^{\circ}\text{brix}$ para quito quito maduro. Por otro lado, Prasanna et al.(2007) citado por Loaiza et al. (2014), refieren que las protopectinas en las paredes celulares se hidrolizan a pectinas solubles y contribuyen también al aumento de la concentración de los sólidos solubles durante el proceso de

maduración. Dhakal et al. (2021) sostiene con respecto al banano que el alto contenido de SST en el tratamiento control (sin KMnO₄) indica una maduración acelerada, mientras que bajo SST en los frutos tratados con KMnO₄ podría deberse a la capacidad de absorción de etileno del KMnO₄, que retrasó la maduración de las frutas, sucediendo el mismo efecto en el quito quito.

La Tabla 17 muestra un incremento progresivo del ratio o índice de madurez (IM) con diferencias significativas ($p < 0.05$) en los tratamientos y periodos de almacenamiento, el cual es coherente con lo afirmado por Loaiza et al. (2014) que señalan un aumento del IM cuando mayor es el grado de madurez de los frutos, dicho comportamiento es consecuencia de la reducción de la acidez y el aumento de los sólidos solubles durante la maduración de los frutos. La ratio más alto (3.01) se obtuvo en 12d con el tratamiento control T₀; mientras que la ratio máxima y con resultados similares fueron obtenidos en 20d con los tratamientos T₂, T₃ y T₄, que contiene CaCl₂ + SAE con KMnO₄, estos valores son ligeramente menores a del Pilar Punzon et al. (2007) que reporta ratio de 1.83 en quito quito con grado de madurez M1 (75 a 100% verde); 2.26 en grado de madurez M2 (50% verde) y 2.84 en M3 (0 a 15% verde) y refieren que el aumento del IM de los frutos ocurre cuando alcanzan la tasa respiratoria máxima y desdoblan rápidamente sus reservas (ácidos orgánicos) como respuesta al incremento de su metabolismo.

E. Pérdida de vitamina C

El contenido de vitamina C de la Tabla 18, desciende ligeramente conforme avanza los días del almacenamiento desde 31.28 hasta 28.19 mg/100g en

12d en el tratamiento control (To); y a los 16d, la mayor retención se presenta en los tratamientos T3 y T4 con 28.32 y 28.54 mg/100g de muestra. Estos valores están muy cercanos a los reportados por Franco et al.(2002) citado por Gómez-Merino et al. (2018) para el Lulo (quito quito) “Castilla” con (29.4 mg/100g y Lulo “Selva” con 30.8 mg/100g de vitamina C. Andrade et al. (2012) en frutos de quito quito tratados con radiación UV-C obtuvieron una menor pérdida de ácido ascórbico, cuyo comportamiento es parecido al del estudio con el uso combinado de CaCl₂ y KMnO₄. Herrera-Hernández et al. (2011) también afirma que la vitamina C se redujo un 68,5%, a medida que la fruta madura y tras el almacenamiento, esto se evidencia con los resultados del estudio al reducirse en un 14.89% en el tratamiento T1, 11.70% en el tratamiento T2, 9.46% con el tratamiento T3 y 8.75% con el tratamiento T4 a los 16 días de almacenamiento. En tanto que Lee & Kader, (2000) menciona que el contenido de vitamina C en *Solanum quitoense* Lam está influido por las diferencias genotípicas, las condiciones climáticas previas a la cosecha, las prácticas culturales, la madurez, los métodos de recolección y los procedimientos de manipulación postcosecha.

4.4.3. Características sensoriales y vida útil

Los atributos organolépticos del quito quito mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los distintos tratamientos en color, apariencia, aroma, sabor y aceptabilidad durante los días que fueron almacenados. Las diferencias de color (Tabla 19) fueron significativas en 4d y 8d, y no significativo en 12d para To (4.8 puntos) y T4 (4.0 puntos), y de acuerdo a la cartilla de color de la NTC-5093 (2002) (anexo 3) los frutos corresponden al estado de madurez 4 (color anaranjado con pocos matices verdes) y estado de madurez 5 (color

anaranjado). Según la Tabla 20, no hubo diferencias significativas en la apariencia de los tratamientos en 4d, en comparación con los días restantes. El Tratamiento T0 redujo su apariencia en 12d al presentar menor puntaje (3.07) que el resto de tratamientos. Los puntajes máximos se obtuvieron en 16d con los tratamientos T2 (4.0 puntos), T3 (3.93 puntos) y T4 (4.13 puntos), los mismos que se redujeron en 20d, no obstante, el T4 aun siguió siendo preferido por los panelistas al obtener el mayor puntaje (3.67) en 20d y calificado en el rango de 3 (no me gusta ni me disgusta) y rango 4 (me gusta moderadamente). Según la literatura señalan que la apariencia general es uno de los atributos importantes que influye en la decisión de compra y determina la aceptabilidad del producto. Los resultados del atributo aroma (Tabla 21) muestra un comportamiento contrario con la apariencia al resultar significativo en entre el 4d y 12d y no significativo en los 16 y 20d de almacenamiento. Esto se debe a las características propias de los frutos que liberan sustancias volátiles durante el proceso de maduración. Según Andrade-Cuvi, (2018), el aroma está dado por compuestos volátiles que se desarrollan durante la postcosecha (presencia de olores/sabores agradables y desagradables) y que pueden estar asociados con la maduración y sobremaduración, así como la acumulación de etanol como producto de reacciones de fermentación (Andrade-Cuvi, 2018). Los mayores puntajes de aroma en la escala de 1 a 5 fueron obtenidos en 20d para los tratamientos T2 (4.33 puntos), T3 (4.44 puntos) y T4 (4.47 puntos) los cuales se encuentran muy cercano para la calificación de “me gusta mucho”. En cuanto al atributo sabor del quito quito (Tabla 22) no hubieron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, se presentaron variaciones de los puntajes en los días almacenados, existiendo diferencias significativas entre . A los 12d el puntaje el mínimo (3.80

puntos) en sabor fueron los tratamientos T3 (3.67 puntos) y T4 (3.53 puntos) los cuales se mantiene casi constante en los días posteriores de 16d y 20d. Esto podría ser atribuido a las características peculiares del quito quito que presenta un sabor ácido. La Tabla 23 muestra un progresivo descenso de la aceptabilidad en todos los tratamientos conforme transcurre los días de almacenamiento, presentándose diferencias significativas a partir de 12d. El tratamiento testigo To tuvo mayor disgusto en 12d al obtener el más bajo puntaje (2.27) en aceptabilidad con respecto al resto de tratamientos que contiene RCM, mientras que la mejor aceptabilidad en 12d se obtuvo con el tratamiento T4 (4.20 puntos) que fue decayendo a 4.13 puntos en 16d y 3.60 puntos en 20d. En consecuencia, la mejor aceptabilidad es el tratamiento T4 en 16d, calificado según la escala hedónica entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”. Según Andrade-Cuvi, (2018), existe modificación del sabor y olor por cambios en la concentración de azúcares, ácidos orgánicos, compuestos volátiles (ésteres, alcoholes, aldehídos y cetonas) y vitaminas.

Las Tablas 24 y 25 muestran diferencias significativas para la vida útil de los frutos de quito quito, el cual aumenta progresivamente según el contenido de $\text{CaCl}_2 + \text{SAE}$. Walle (2023) reporta una pérdida de peso máximo de 7% en tomate entre 8 a 12 días, el cual fue logrado en el mismo tiempo para el quito quito. Según la NTC-5093 (2002) la consistencia (firmeza) para el quito quito es de 6.0 kgf/cm² (independiente del estado de madurez) en el presente estudio los frutos con buenas características en apariencias, aceptabilidad y firmeza superior a 7 kgf/cm² fue logrado con el tratamiento T4. Basados en los criterios considerados la vida útil mínima (10.23 días) se obtuvo con el tratamiento control To; la vida útil máxima (17.33 días) se obtuvieron con los tratamientos

T3 (2%CaCl₂ + 1SAE con 3g de KMnO₄) y T4 (2%CaCl₂ + 2SAE con 6g de KMnO₄), Similares resultados fueron obtenidos por Dhakal et al.(2021) al registrar vida útil mínima de 9.31 días en banana con 0g de KMnO₄ y vida útil máxima de 12.50 días con 4g de KMnO₄ y 13.50 días con 6g de KMnO₄. Los frutos sin sales de calcio ni absorbente de etileno (KMnO₄) después de 12 días mostraron una respuesta menos favorable en las características fisicoquímicas y sensoriales y no fueron aptos para la comercialización en comparación con el resto de tratamientos. Estos resultados también son confirmados por Azad et al. (2010) al usar KMnO₄ para el retraso de la maduración y senescencia del mango. De esta manera, se puede afirmar que los sachets de KMnO₄ en combinación con el CaCl₂ absorben el etileno, retrasan el proceso de senescencia y aumenta la vida útil del fruto almacenado al ambiente. Báez y Contreras, (2019), citado por Gavin et al. (2021), menciona que El KMnO₄ elimina del etileno (C₂H₂) mediante un proceso de oxidación que lo transforma en vapor de agua y dióxido de carbono; y puede retrasar los procesos relacionados con la maduración y senescencia, la degradación de la clorofila, cambios de color, pérdidas de peso y firmeza, trastornos y enfermedades, cambios de acidez y azúcar carbono. El permanganato potásico puede ser utilizado como alternativa eficaz en la reducción del etileno producido durante la maduración de frutos climatéricos (Carvalho Mariano Nasser et al., 2015). Al respecto, Silva et al.(2015) señala que las frutas almacenadas con 4g de KMnO₄ tuvieron mejor apariencia en pepino silvestre, mientras que Sanches et al. (2019) reportan que el envasado de piñas conteniendo 3 g de KMnO₄ es una alternativa para retrasar la maduración, prolongar la vida útil sin comprometer la calidad físico-química de los frutos.

4.4.4. Análisis del mejor tratamiento

Los mejores resultados de vida útil se obtuvieron con la mayor concentración de calcio (2%) y SAE con 6g de KMnO_4 , que corresponde al tratamiento T4, al presentar la menor pérdida de peso (4.95%) menor pérdida de firmeza acumulado (67.71%) mayor SST (10.23°brix) menor acidez titulable (3.31%); mayor color (grado de maduración 5); mejor apariencia (4.13 puntos); máximo aroma (4.47 puntos), mejor sabor (3.53 puntos) y mejor aceptabilidad (4.13 puntos). En otros estudios se utilizaron mayores cantidades de KMnO_4 para retener los atributos de calidad como el de Fatima et al.,(2023) que utilizaron hasta 30 g de KMnO_4 como nivel óptimo para mantener y alcanzar los valores máximos de color, sabor, aroma, firmeza, azúcar total, pH y sólidos solubles totales (SST) con la mínima pérdida de peso y porcentaje de desperdicio después de 20 días de almacenamiento.

El espacio de color $L^*a^*b^*$, también denominado CIELAB, es uno de los más utilizados para evaluar los colores de los objetos. La Tabla 26, muestra las coordenadas de color del Tratamiento T4 (2% CaCl_2 + 2SAE con 6g KMnO_4) al inicio (0d), intermedio (8d) y final (16d) días de almacenamiento. El color es un atributo de calidad tomado en cuenta por el consumidor en el momento de la decisión de compra y constituye además un índice de madurez de las frutas (Álvarez- Herrera et al 2009; Knee, 2002 citados por (Andrade-Cuvi et al., 2016). Los parámetros de inicio (0d) fueron : luminosidad (L^*) de 59.77 ± 4.809 ; tonalidad (a^*) de $29.63 \pm 7.77 \pm 0.808$ y pureza (b^*) de 68.13 ± 8.987 , y corresponden al grado de maduración 3 de la cartilla de color, y son similares al reportados por (Andrade-Cuvi, Guijarro-Fuertes, & Figueroa, 2021) para frutos de quito quito en el mismo estado de maduración (3), con valores de

$L^* = 60$, $a^* = 9$ y $b^* = 60$. En cambio, Andrade-Cuvi et al.(2016) reportan $L^* = 61.35 \pm 4.96$ y $b^* = 56.62 \pm 6.98$ en quito quito de variedad Inap con grado de maduración 3. Del inicio al final se observa una variación positiva del 8.82% para luminosidad, mientras que las coordenadas a^* y b^* tienden a bajar con una variación negativa de -29.63% y -2.11%, respectivamente, los cuales son cercanos al de Andrade-Cuvi, Guijarro-Fuertes, & Figueroa, (2021) que reportan luminosidad (L^*) de 65 y 62 (variación de 4.62%) valores de 19 y 25 (variación -35.58) para a^* y 70 y 65 (variación 7.14%) en b^* en frutos de quito quito con grados de maduración M4 y M5. Pinzón (2000), citado por Forero et al.(2017) señala que el quito quito el lulo pasa de una tonalidad verde - amarilla a una amarilla – naranja. Lo anteriormente dicho se debe a la pérdida de la clorofila propia del proceso de maduración, donde la degradación de este pigmento provoca una síntesis de carotenoides dando paso a coloraciones naranjas y amarillas (Hernández et al., 2010).

Las Tablas 27 muestra una ligera disminución en vitamina C desde 32.68 al inicio (0d) hasta 27.63 mg/100g al final (16d), en cambio los polifenoles totales disminuyó desde 67.09 (9d) hasta 62.64 mEq ácido gálico/100g de muestra. La Tabla 28 muestra la composición química proximal y compuestos bioactivos del mejor tratamiento el contiene 83.29% de humedad, 13.65% de carbohidratos, cuyos valores son similares y muy próximos a los reportados por Obregón-La Rosa, Arias- Arroyo, et al., (2021) que reportan 86.52% de humedad, 13.48% de sólidos totales, 10.28% de carbohidratos, 30.1 mg/100 g de vitamina C, 67.24 mEq ac. Gálico/100g en polifenoles totales, a la vez concluye que el quito quito se pueden utilizar como un ingrediente bioactivo en el desarrollo de alimentos funcionales para la industria alimentaria futura.

CONCLUSIONES

El empleo combinado del cloruro de calcio y sachet de permanganato de potasio como absorbedor de etileno tiene efecto en la calidad postcosecha de los frutos de quito quito (*Solanum quitoense* L.) al aumentar la vida útil almacenados al ambiente.

El uso combinado de cloruro de calcio y permanganato de potasio en sachet, mostraron diferencias significativas en las características fisicoquímicas del fruto de quito quito (*Solanum quitoense* L.) almacenados al ambiente, prolongando por más tiempo la reducción de pérdida de peso y firmeza de los frutos tratados en comparación con el tratamiento control (To). El mejor resultado se obtuvo con el tratamiento T4, mediante adición de CaCl₂ al 2% y 6g de KMnO₄ (2 sachet absorbedores de etileno SAE), al registrar menor pérdida de peso acumulado (4.95%), mayor firmeza acumulada (67.71%), incremento del pH, mayor contenido de SST (10.23°brix), menor acidez titulable (3.31%) y menor pérdida de vitamina C (8.75%).

El uso combinado de cloruro de calcio y permanganato de potasio en sachet, mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en las características sensoriales del fruto de quito quito (*Solanum quitoense* L.) almacenados al ambiente, prolongando por más tiempo los atributos de apariencia y aceptabilidad en comparación con el control, resultando mejor el tratamiento T4, al obtener el máximo grado de coloración (5 puntos), mejor apariencia (4.13 puntos); mejor aroma (4.47 puntos), mejor sabor (3.53 puntos) y mayor aceptabilidad (4.13 puntos), siendo calificados entre “Me gusta moderadamente” y “Me gusta mucho”. Basados en los resultados fisicoquímicos y sensoriales existen diferencias significativas ($p < 0.05$) en la vida útil del quito quito almacenado al ambiente cuando se aplica CaCl₂ y sachet de KMnO₄. La vida útil del control fue mínima (10.23d) en comparación con el resto de tratamientos. La vida útil máxima (17.33 días) se obtuvo

en tratamiento T4 con CaCl₂ al 2% y 6g de KMnO₄ (2SAE), aumentando 7.10 días más que el control.

RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones del uso combinado de sales de calcio y permanganato de potasio del quito quito almacenados al ambiente con medidas de la tasa respiratoria, emisión de etileno y características microbiológicas.

Realizar investigaciones del uso del permanganato de potasio con otros agentes absorbedores de etileno para prolongar la vida útil y calidad postcosecha de otros frutos de la región almacenados a condiciones ambientales y de refrigeración

Promover la producción de quito quito en la región de selva central, ya que cuenta con las condiciones geográficas y climáticas para su cultivo y su industrialización como alimento con excelentes cualidades nutritivas y sensoriales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta, Ó., Pérez, A. M., & Vaillant, F. (2009). Chemical characterization, antioxidant properties, and volatile constituents of naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) cultivated in Costa Rica. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 59(1), 88-94. <https://goo.su/ZGfb3P2>
- Ahmed, Z., Miano, T. F., & Miano, T. F. (2021). Potassium Permanganate (KMnO₄) in Relation to Temperatures Alters Shelf Life and Quality of Banana (*Musa paradisiaca* L.). *International Journal of Food Science and Agriculture*, 5(1), 41-51. <https://doi.org/10.26855/ijfsa.2021.03.007>
- Al Saty, E. A., & Yousef, A. S. (2022). Treatment of Activated Carbon with Potassium Permanganate for Improving the Efficiency of Ethylene Removal Released from Climacteric Fruits. *Arab Journal of Plant Protection*, 40(1), 57-61. Scopus. <https://doi.org/10.22268/AJPP-40.1.057061>
- Álvarez-Herrera, J. G., & Galvis, J. A. (2009). Determinación de cambios físicos y químicos durante la maduración de frutos de champa (*Campomanesia lineatifolia* R. & P.). *Agronomía Colombiana*, 27(2), 253-259. Retrieved September 06, 2024, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652009000200014&lng=en&tlng=es.
- Andrade Cuvi, M. J. (2018). *Calidad poscosecha de naranjilla (Solanum quitoense Lam) y alternativas tecnológicas para retrasar el deterioro* [Tesis, Universidad Nacional de La Plata]. <https://doi.org/10.35537/10915/71305>
- Andrade, M. J. G. de, Moreno, C., & Concellón, A. (2012). Efecto de la radiación UV-C sobre la capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales en frutos exóticos del Ecuador: Naranjilla (*Solanum quitoense*) y Mortiño (*Vaccinium floribundum*).

<https://doi.org/10.29019/tsafiqui.v0i3.219>

Andrade-Cuvi, M. J., Guijarro-Fuertes, M., Concellón, A., Leoro, M. G. V., & Bravo-Vásquez, J. (2021). Quality and bioaccessibility of antioxidants of bread enriched with naranjilla (*solanum quitoense*) fruit. *Nutrition & Food Science*, 51(8). <https://doi.org/10.1108/nfs-11-2020-0430>

Andrade-Cuvi, M. J., Guijarro-Fuertes, M., Concellón, A., Vernaza, M. G., & Bravo-Vásquez, J. (2021a). Quality and bioaccessibility of antioxidants of bread enriched with naranjilla (*solanum quitoense*) fruit. *Nutrition & Food Science*, 51(8), 1282-1298. <https://doi.org/10.1108/NFS-11-2020-0430>

Andrade-Cuvi, M. J., Guijarro-Fuertes, M., Concellón, A., Vernaza, M. G., & Bravo-Vásquez, J. (2021b). Quality and bioaccessibility of antioxidants of bread enriched with naranjilla (*solanum quitoense*) fruit. *Nutrition & Food Science*, 51(8), 1282-1298. <https://doi.org/10.1108/NFS-11-2020-0430>

Andrade-Cuvi, M. J., Guijarro-Fuertes, M., & Figueroa, J. L. (2021). Evaluación fisicoquímica y antioxidante de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) durante la maduración. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 22(2). <https://www.redalyc.org/journal/813/81369610003/html/>

Andrade-Cuvi, M. J., Moreno-Guerrero, C., Bravo-Vásquez, J., Guijarro-Fuertes, M., Monar-Bósquez, V., Cevallos-Navarrete, C., & Concellón, A. (2016). Efecto del estado de madurez sobre la calidad de tres variedades de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 17(2), 217-230. <https://www.redalyc.org/journal/813/81349041008/html/>

- Azad, M. I., Mortuza, M. G., Nahar, N. A., Huq, S., & Alam, M. A. (2010). Effect of Potassium Permanganate on Physico-Chemical Changes and Shelf Life of Mango (*Mangifera indica* L.). *The Agriculturists*, 54-59. <https://doi.org/10.3329/agric.v6i1.5214>
- Balaguera-López, H. E., Ramírez, D. A., Almanza-Merchán, P. J., & Herrera, A. O. (2014). El tiempo de inmersión en CaCl₂ y la refrigeración modifican algunas características físicas del fruto de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) durante la poscosecha. *Acta Horticulturae*, 1016, 147-150. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1016.20>
- Balaguera-López, H. E., Salamanca-Gutiérrez, F. A., García, J. C., & Herrera-Arévalo, A. (2014). Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2), 302-313. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2011-21732014000200012&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Bernal E., J. E., Córdoba G., O., Franco, G., Londoño B., M., Rodríguez O., J. E., & Guevara M., N. (1999). *Cultivo del lulo (Solanum quitoense Lam.)*. 1-23. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/20041>
- Brito, B., Espín, S., Vasquez, W., Viteri, P., Lopez, P., & Jara., J. (2011). *Manejo poscosecha, características nutricionales de la naranjilla para el desarrollo de pulpas y deshidratados*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3331/1/iniapscpl386.pdf>
- Carvalho Mariano Nasser, F. A. de [UNESP, Boliani, A. C. [UNESP, Nasser, M. D. [UNESP, Pagliarini, M. K. [UNESP, & Mendonca, V. Z. [UNESP. (2015). *Use of*

potassium permanganate sachets in the postharvest of mangaba fruit.

<http://hdl.handle.net/11449/164839>

- Chaves, M. A., Bonomo, R. C. F., Silva, A. A. L., Santos, L. S., Carvalho, B. M. A., Souza, T. S., Gomes, G. M. S., & Soares, R. D. (2007). Uso de permanganato de potasio en la preservación post-cosecha de frutas de chirimoya. *Ciencia y Tecnología Alimentaria: Revista de La Asociación de Licenciados En Ciencia y Tecnología de Los Alimentos de Galicia*, 5(5), 346-351. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2748598>
- Costa, F., Peace, C. P., Stella, S., Serra, S., Musacchi, S., Bazzani, M., Sansavini, S., & Van de Weg, W. E. (2010). QTL dynamics for fruit firmness and softening around an ethylene-dependent polygalacturonase gene in apple (*Malus domestica* Borkh.). *Journal of Experimental Botany*, 61(11), 3029-3039. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq130>
- del Pilar Punzon, I. M., Fischer, G., & Corredor, G. (2007). Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). *Agro Colombiana*, 21(1), 83-95. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a10.pdf>
- Dhakal, S., Aryal, S., Khanal, P., Basnet, B., & Srivastava, A. (2021). Effect of KMnO₄ on shelf life and quality of banana (*Musa paradisiaca* L.). *Fundamental and Applied Agriculture*, 6(3), Article 3. <https://doi.org/10.5455/faa.84134>
- FAO. (1987). *Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas—Parte I. Manual Poscosecha.* <https://www.fao.org/3/x5055s/x5055S00.htm#Contents>
- Fatima, F., Basit, A., Younas, M., Shah, S. T., Sajid, M., Aziz, I., & Mohamed, H. I. (2023). Trends in Potassium Permanganate (Ethylene Absorbent) Management

Strategies: Towards Mitigating Postharvest Losses and Quality of Mango (Mangifera indica L) Fruit. *Food and Bioprocess Technology*, 16(10), 2172-2183. <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03047-8>

Forero, N. M., Gutiérrez, S., Sandoval, R. L., Camacho, J. H., & Meneses, M. A. (2017). *Evaluación poscosecha de las características del lulo (Solanum quitoense) cubierto con hoja de plátano*. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/369> Gaikwad, K. K., Singh, S., & Negi, Y. S. (2020). Ethylene scavengers for active packaging of fresh food produce. *Environmental Chemistry Letters*, 18(2), 269-284. <https://doi.org/10.1007/s10311-019-00938-1>

Gancel, A.-L., Alter, P., Dhuique-Mayer, C., Ruales, J., & Vaillant, F. (2008). Identifying carotenoids and phenolic compounds in naranjilla (Solanum quitoense Lam. Var. Puyo hybrid), an Andean fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(24), 11890-11899. <https://doi.org/10.1021/jf801515p>

Gaona-Gonzaga, J., Montesdeoca-Espín, D., Brito-Grandes, B., Sotomayor-Correa, A., & Viera-Arroyo, W. (2019). Aprovechamiento de la naranjilla (Solanum quitoense Lam.) variedad INIAP Quitoense-2009 para la obtención de una bebida carbonatada. *Enfoque UTE*, 10(2), 107-114. <https://www.redalyc.org/journal/5722/572262062009/html/>

Gavin, C., Barzallo, D., Vera, H., & Lazo, R. (2021). Revisión bibliográfica: Etileno en poscosecha, tecnologías para su manejo y control. *Ecuadorian Science Journal*, 5(4), 163-178. <https://doi.org/10.46480/esj.5.4.179>

Gómez-Merino, F. C., Trejo-Téllez, L., Cruz García, A., & Cadeña-Íñiguez, J. (2018). Lulo (Solanum quitoense [Lamarck.]) como cultivo novedoso en el paisaje

agroecosistémico mexicano | Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. *Revi. Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9, 1741-1753. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.29312/remexca.v0i9.1061>

Gómez-Merino, F. C., Trejo-Téllez, L. I., García-Albarado, J. C., Cadeña-Íñiguez, J., Gómez-Merino, F. C., Trejo-Téllez, L. I., García-Albarado, J. C., & Cadeña-Íñiguez, J. (2014). Lulo (*Solanum quitoense* [Lamarck.]) como cultivo novedoso en el paisaje agroecosistémico mexicano. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(SPE9), 1741-1753. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i9.1061>

Hernández, R. M. S., Liévano, E. A. L., Ulín, F., & Jiménez, D. P. (2010). Caracterización morfológica y cambios durante la vida postcosecha de cuatro tipos de chile amashito (*Capsicum annum* L.) variedad *glabriusculum* (dunal) *heiser* & *pickersgill*. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha.*, 11(1), 92-100. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81315093012.pdf>

Herrera-Hernández, M. G., Guevara-Lara, F., Reynoso-Camacho, R., & Guzmán-Maldonado, S. H. (2011). Effects of maturity stage and storage on cactus berry (*Myrtillocactus geometrizans*) phenolics, vitamin C, betalains and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, 129(4), 1744-1750. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.06.042>

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2009). *NTE INEN 2303: Frutas frescas. Naranja. Requisitos*. <http://archive.org/details/ec.nte.2303.2009>

INTAGRI. (2017). *Frutos Climatéricos y No Climatéricos* | *Intagri S.C.* <https://www.intagri.com/articulos/poscosecha-comercializacion/frutos-climatericos-y-no-climatericos>

- Ishaq, S., Ahmed Rath, H., Masud, T., & Ali, S. (2009). Influence of Post Harvest Calcium Chloride Application, Ethylene Absorbent and Modified Atmosphere on Quality Characteristics and Shelf Life of Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Fruit During Storage. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(6), 861-865. <https://doi.org/10.3923/pjn.2009.861.865>
- Lee, S. K., & Kader, A. A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20(3), 207-220. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00133-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00133-2)
- Leng, F., Wang, C., Sun, L., Li, P., Cao, J., Wang, Y., Zhang, C., & Sun, C. (2022). Effects of Different Treatments on Physicochemical Characteristics of 'Kyoho' Grapes during Storage at Low Temperature. *Horticulturae*, 8(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8020094>
- Loaiza, D., ordoñez-santos, L., Vanegas, P., & Amariles, H. (2014). Cambios en las propiedades fisicoquímicas de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) cosechados en tres grados de madurez. *Acta Agronómica*, 63, 11-17. <https://doi.org/10.15446/acag.v63n1.31717>
- Londoño Bonilla, M., & Bernal Estrada, J. (2001). *Manejo poscosecha del lulo La Selva*. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/17834>
- Marín Arroyo, R., & González Bonilla, S. M. (2022). *Sensory characterization and acceptability of a new lulo (*solanum quitoense lam.*) powder-based soluble beverage using rapid evaluation techniques with consumers*. <https://doi.org/10.3390/foods11193129>

- Martínez-González, M. E., Balois-Morales, R., Alia-Tejacal, I., Cortes-Cruz, M. A., Palomino-Hermosillo, Y. A., López-Gúzman, G. G., Martínez-González, M. E., Balois-Morales, R., Alia-Tejacal, I., Cortes-Cruz, M. A., Palomino-Hermosillo, Y. A., & López-Gúzman, G. G. (2017). Poscosecha de frutos: Maduración y cambios bioquímicos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(SPE19), 4075-4087. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i19.674>
- Medina, A. J. R., Espinosa, D. A. C., & López, H. E. B. (2023). Physiology and biochemistry of naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) fruit during postharvest and the main conservation strategies: A review. *Agronomía Colombiana*, 41(3), Article 3. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v41n3.110392>
- Meena, S. (2022). *Emerging Research Trends in Soil Science and Horticulture*. Blue Rose Publishers.
- Mejía, C., Gaviiria A., D., Duque C., A., Rengifo R-, L., Aguilar F., E., & Alegría, A. (2012). Physicochemical characterization of the lulo (*Solanum quitoense* Lam.) Castilla variety in six ripening stages. *Vitae*, 19(2). <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.12242>
- Mogollón M., C. F., Chero Reyes, G., & Rosas Miranda, R. M. (2019). *Obtención y caracterización del macerado de naranjilla (Solanum quitoense Lam.)*. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2631>
- Mu, B., Xue, J., Zhang, S., & Li, Z. (2022). Effects of the Use of Different Temperature and Calcium Chloride Treatments during Storage on the Quality of Fresh-Cut “Xuebai” Cauliflowers. *Foods*, 11(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/foods11030442>

- Murillo-Baca, S. M., Ponce-Rosas, F. C., Otárola-Gamarra, A., Torres-Suarez, W. J., Buendía-Ponce, H. R., & Vásquez-Orihuela, W. (2023). Cinética de degradación de vitamina C en jugo de naranja (*Citrus sinensis*) en anaquel a temperatura ambiente y en frío. *Manglar*, 20(1), 15-21. <https://doi.org/10.57188/manglar.2023.002>
- Norma Técnica Colombiana. NTC 5093. (2002). *Frutas frescas. Lulo de Castilla. Especificaciones*. <https://docplayer.es/35497189-Norma-tecnica-colombiana-5093.html>
- NTC-5093. (2002). *Frutas frescas Lulo de castilla* : <https://1library.co/document/yevejk1z-frutas-frescas-lulo-de-castilla.html>
- Obregon - La Rosa, A. J., Arroyo, G. C. A.-, & Belchi, M. D. L.-. (2020). *Compuestos nutricionales y bioactivos de SolanumquitoenseLam (Quito quito), fruta nativa de los andes con alto potencial de nutrientes*. <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v41n1/2224-6185-rtq-41-01-92.pdf>
- Obregón-La Rosa, A. J., Arias- Arroyo, G. C., López- Belchi, M. D., Bracamonte - Romero, M., Limaymanta, A., Antonio José, O.-L. R., Arias- Arroyo, G. C., López- Belchi, M. D., Bracamonte -Romero, M., & Limaymanta, A. A. (2021). Compuestos nutricionales y bioactivos de SolanumquitoenseLam (Quito quito), fruta nativa de los andes con alto potencial de nutrientes. *Tecnología Química*, 41(1), 92-108. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-61852021000100092&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Obregón-La Rosa, A. J., Arias-Arroyo, G. C., López-Belchii, M. D., Bracamonte-Romero, M., & Arones-Limaymanta, A. (2021). *Compuestos nutricionales y bioactivos de SolanumquitoenseLa quito), fruta nativa de los andes con*

alto potencial de nutrientes. 42(2), 92-108.

<http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v41n1/2224-6185-rtq-41-01-92.pdf>

Olguín-Hernández, A., Arévalo-Galarza, L., Jorge, C.-I., Peña, C., & Jaén-Contreras, D.

(2023). El Lulo: Un cultivo de oportunidad para la diversificación frutícola del subtropico mexicano. *Agro-Divulgación*, 3. <https://doi.org/10.54767/ad.v3i1.162>

Paniagua, A. C., East, A. R., Hindmarsh, J. P., & Heyes, J. A. (2013). Moisture loss is the

major cause of firmness change during postharvest storage of blueberry.

Postharvest Biology and Technology, 79, 13-19.

<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.12.016>

Paulo, I. de A., Schmitz, F. R. W., Freitas, A., Bertoli, S. L., & Souza, C. krebs de. (2017).

Estudo sensorial e físico-químico de vegetais armazenados em refrigeração com monitoramento de parâmetros. *Iniciação Científica Cesumar*, 19, 57-66.

<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:148618653>

Pérez, A. R., & Quintero, E. M. (2015). Funciones del calcio en la calidad poscosecha de

frutas y hortalizas: Una revisión. *Alimentos Hoy*, 23(34), 13.

<https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/301>

Pinheiro, J., Alegria, C., Abreu, M., Gonçalves, E. M., & Silva, C. L. M. (2014). Use of

UV-C Postharvest Treatment for Extending Fresh Whole Tomato (*Solanum Lycopersicum*, Cv. Zinac) Shelf-Life. *Journal of Food Science and Technology*.

<https://doi.org/10.1007/s13197-014-1550-0>

Ponce Pacheco, P. A. (2022). Evaluación de la vida útil de fresa (*Fragaria ananassa*

Duch) var. San Andres por efecto de la aplicación de cloruro de calcio en envases con cubierta de plástico en cámaras frigoríficas, en el Fundo La Banda

Huasacache de la Universidad de Santa María, Arequipa—2019.

- Prill, M. A. de S., Neves, L. C., Tosin, J. M., & Chagas, E. A. (2012). Atmosfera modificada e controle de etileno para bananas «Prata-Anã» cultivadas na Amazônia Setentrional Brasileira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 34, 990-1003. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000400005>
- Revelo M., J., Viteri D., P., Vásquez C-, W., Valverde, F., Leon F., J., & Gallegos, P. (2010). *Manual del cultivo ecológico de la naranjilla. Manual tecnico N°77*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2778/1/iniapscmt77c8.pdf>
- Rios Zurita, J. J. (s. f.). *Reporte del mercado de Quito-Quito (Lulo)*.
- Rivera Ruíz, A. (2020). *Aplicación de absorbentes de etileno a escala doméstica: Estudio de la vida útil y calidad de frutas y verduras frescas* [Bachelor thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/327293>
- Rodríguez Nieto, J. M., & Restrepo Sánchez, L. P. (2011). Extracción de enzimas pécticas del epicarpio de lulo (*Solanum quitoense* Lam) involucradas en el proceso de ablandamiento. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 193-204. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-548X2011000200015&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Rojas A. (s. f.). *Capítulo 5. Guía para la correcta utilización de las normas técnicas colombianas para frutas y hortalizas frescas* (pp. 186-206). <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/828/23/5.%20Gu%C3%ADa%20correcta%20utilizaci%C3%B3n%20normas%20t%C3%A9cnicas%20frutas%20hortalizas.pdf>

- Ruiz, A. E. R., & Puente, M. I. A. (2020). *Aplicación de absorbentes de etileno a escala doméstica: estudio de la vida útil y calidad de frutas y verduras frescas*. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/327293/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salami, A. M., Odeyemi, O. M., Babatola, A. M., Aiyelaagbe, I. O. O., & Olubode, O. O. (2022). Effect of potassium permanganate in clay carrier on postharvest characteristics of pawpaw (*Carica papaya* L.) fruits. *Acta Horticulturae*, 1348, 37-42. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1348.5>
- Sanches, A. G., Silva, M. B. da, Moreira, E. G. S., Santos, E. X. dos, Menezes, K. R. P., & Cordeiro, C. A. M. (2019). Ethylene absorber (KMnO₄) in postharvest quality of pinha (*Anona squamosa* L.). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 605-612. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2019.v31.i8.1992>
- Sánchez, C. A., Moreno, V. S., Pimentel, N. M. Z., Delgado, P. V., Pascual, F. H., Cipriano, O. R. M., García, M. R., Prieto, I. G.-S., & Barrientos, C. E. (2017). *Tablas peruana de composicion de alimentos*. (Instituto Nacional de salud). <https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1034/tablas-peruanas-QR.pdf>
- Sharma, R. R., Pal, R. K., Singh, D., Samuel, D. V. K., Kar, A., & Asrey, R. (2010). Storage life and fruit quality of individually shrink-wrapped apples (*Malus domestica*) in zero energy cool chamber*. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 80(4), Article 4. <https://epubs.icar.org.in/index.php/IJAgS/article/view/234>

- Silva, F. C., Ribeiro, W. S., França, C. M., Araújo, F. F., & Finger, F. L. (2015). Action of potassium permanganate on the shelf-life of cucumis anguria fruit. *Acta Horticulturae*, 1071, 105-111. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1071.9>
- Singh, N. (2021). Weight Loss Analyses and Quality of Dragon Fruit after Harvesting. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 9(VI), 3516-3519. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.35183>
- Valdiviezo Aliaga, I. A. (2018). *Aplicación poscosecha de cloruro de Calcio en frutos de manzana (Malus x domestica Borkh) cv. ANNA*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3477>
- Walle, R. (2023). *Prolongación de la vida post-cosecha de frutas y hortalizas frescas*. ECHOcommunity. <https://www.echocommunity.org/resources/a6f33ccb-fdad-499a-a4a2-96a81de4d333>
- Werner, E. T., Oliveira Junior, L. F. G. de, Bona, A. P. de, Cavati, B., & Gomes, T. D. U. H. (2009). Efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita de goiaba Cortibel. *Bragantia*, 68, 511-518. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000200026>
- Zurita, J. R. (s. f.). *Reporte del mercado de Quito-Quito (Lulo)*. <https://goo.su/5pVUf>

ANEXOS

**Anexo 1. Instrumento para la medición de Firmeza
(Esclerómetro para frutas AGY-30)**

MODELO
AGY-30
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Modelo	AGY-30
Rango de medición	0.4~30kgf/cm ² (×105 Pa)
Valor de escala de carga	0.01kgf/cm ²
Precisión	±1%
Diámetro de la aguja de presión	Ø7.9mm Ø11.1mm
Profundidad de la aguja de presión	10 mm
Fuente de alimentación	Batería de litio de 3,7 V
Tiempo de carga	4~6 horas
Tiempo de uso continuo	Aprox. 10 horas
Vida de batería	≥300 pruebas
Cargador	Entrada: AC 220V 50/60HZ Salida: DC 5V 1000mA
Estabilidad	Desviación de temperatura: 0,2 uV/° (0-60 °) Desviación de temperatura cero: ≤ 0,1% / 8 horas/FS
Temperatura de trabajo	5°C ~ 35°C
Temperatura ambiental	0°~ 60°C
Humedad Relativa	15%~80% HR
Condiciones de trabajo	Sin enfoque, no corrosivo en los alrededores
Peso neto	260 g
Dimensiones	160mm×71mm×35mm



CARACTERÍSTICAS:

1. Pantalla digital, fácil lectura, alta precisión.
2. Peso ligero, tamaño pequeño, fácil de llevar.
3. Pantalla de unidad de dureza de fruta estándar: kgf / cm²
4. La batería tiene protección contra sobrecarga en caso de cortocircuito y fuga de electricidad. También puede indicarle cuando la batería se está agotando. Adopta la batería de litio de 3.7V y se apaga automáticamente si no funciona en 10 minutos.
5. Dos modos de prueba: retención de picos y tiempo real.

Anexo 2. Instrumento para evaluación sensorial (Ficha)

PRODUCTO: Frutos de “Quito Quito” tratados con CaCl₂ y sachets absorbedores de etileno almacenados a temperatura ambiente

NOMBRE Y APELLIDO DEL EVALUADOR	FECHA	
	Junio	2023

INDICACIONES

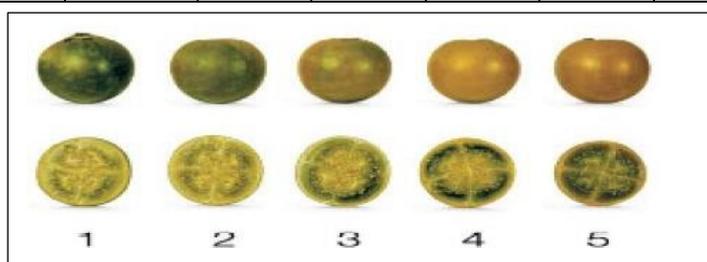
A continuación, se presentan muestras de frutos de “quito quito” para ser evaluados utilizando dos escalas con puntajes del 1 al 5. Una primera escala para evaluar el color del fruto y otra segunda escala para los atributos de aroma, apariencia, sabor y aceptabilidad

A. ESCALA PARA EVALUACION DE COLOR

Califique las muestras de frutos de quito quito de acuerdo a la siguiente escala de color de las imágenes y según percepción marcar el puntaje en los casilleros del cuadro

COLOR DEL FRUTO	PUNTE	467	543	775	624	490
Matices de verde claro	1					
Verde claro con matices anaranjado	2					
verde anaranjada	3					
anaranjada con pocos matices verdes	4					
color Naranja	5					

ESCALA PARA COLOR



B. ESCALA PARA AROMA, APARIENCIA, SABOR Y ACEPTABILIDAD

Calificación	Puntaje
Me Gusta Mucho	5
Me gusta moderadamente	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta ligeramente	2
Me disgusta mucho	1

Atributo	467	543	775	624	490
Aroma					
Apariencia					
Sabor					
Aceptabilidad					

SUGERENCIAS

.....

Anexo 3. Certificado de calidad de los Sachets Absorbentes de Etileno - SAE

CERTIFICADO DE CALIDAD

N.º 03006-01-2023

Cliente	TORRES SUAREZ WUELBER JOEL
Orden Compra	Mail de fecha 11-01-2023
Producto	Sobres GK4/P
Descripción del Producto	Granulado GK4/P
Lote	006-173741
Cantidad	40 unidades (Muestra Sin valor comercial)
Nombre del Fabricante	GREENKEEPER
Fecha Fabricación	17-02-2022
Fecha Vencimiento	17-02-2024
Garantías	El producto está garantizado bajo las siguientes condiciones: Daño físico: Reposición inmediata De funcionamiento: Absorción hasta 20 ml de Etileno De conservación: Usar antes de la fecha de vencimiento.

Especificaciones del Producto:

Tipo de Sobre	GK4/P
Altura	50 milímetros
Ancho	44 milímetros
Peso	3 gramos
Absorción de etileno/sobre	10 ml C ₂ H ₄
Unidades por bolsa	400 unidades


Germán E. OSORIO Balarzo
DNI: 7218324
GERENTE GENERAL

URGENTE
ENTREGAR AL DEPTO.
ASEGURAMIENTO DE LA
CALIDAD

Oficina principal: Av. Benavides 3405 Urbanización Higuiereta – Santiago de Surco

Teléfono: 271 1202 / 271 2333 Entel: 994031204

E-mail: pobox@promosurperu.com Web site: www.promosurperu.com

Anexo 4. Tabla de datos de pérdida de peso en gramos durante los periodos de almacenamiento

Tratamiento	Código	Repetición	Días de almacenamiento					
			0	4	8	12	16	20
To	Control	1	119.18	115.12	113	112.75		
		2	119.5	115.08	112	111.04		
		3	114.5	111.64	109.57	105.07		
T1	1% CaCl₂ + 1 sachet	1	120.68	118.31	115.85	114.82	112.43	
		2	126.66	123.72	120.25	118.07	117.00	
		3	115.18	113.38	111.44	110.52	108.46	
T2	1% CaCl₂ + 2 sachet	1	114.09	111.39	107.97	105.69	104.13	
		2	117.58	115.81	114.35	113.96	112.25	110.89
		3	111.14	108.24	104.86	103.42	101.72	99.00
T3	2% CaCl₂ + 1 sachet	1	114.09	111.39	107.97	105.69	102.00	99.00
		2	119.18	117.05	114.84	113.64	112.32	110.78
		3	114.13	111.85	108.62	106.87	105.00	103.0
T4	2% CaCl₂ + 2 sachet KMnO₄	1	123.83	121.2	118.84	117.85	116.30	113.0
		2	118.25	115.64	113.35	112.15	110.78	109.4
		3	116.83	114.67	112.4	111.14	109.16	108.0

Anexo 5. Tabla de datos del porcentaje de pérdida de peso, perdida de firmeza y pH durante los periodos de almacenamiento

Trat	Rep	% PERDIDA DE PESO						PERDIDA DE FIRMEZA kgf/cm2						pH					
		0d	4d	8d	12d	16d	20d	0d	4d	8d	12d	16d	20d	0d	4d	8d	12d	16d	20d
To	1	0	3.41	5.19	5.4			22.05	16.98	10.11	5.04			3.06	3.24	3.32	3.45		
	2	0	3.70	6.28	7.08			22.05	17.04	10.09	5.07			3.06	3.27	3.30	3.45		
	3	0	2.50	4.31	8.24			22.05	17.02	10.08	4.96			3.06	3.27	3.32	3.44		
	Prom	0	3.20	5.26	6.91			22.05	17.01	10.09	5.02			3.06	3.26	3.31	3.45		
T1	1	0	1.96	4	4.86	6.84		22.05	17.88	13.11	7.65	3.47		3.06	3.21	3.38	3.38	3.42	
	2	0	2.32	5.06	6.78	7.63		22.05	17.86	13.14	7.66	3.43		3.06	3.22	3.37	3.33	3.42	
	3	0	1.56	3.25	4.05	5.83		22.05	17.81	13.06	7.64	3.43		3.06	3.19	3.38	3.36	3.42	
	Prom	0	1.95	4.10	5.23	6.77		22.05	17.85	13.10	7.65	3.44		3.06	3.21	3.38	3.36	3.42	
T2	1	0	2.37	5.36	7.36	8.73	9.72	22.05	18.73	14.64	8.83	5.41	4.35	3.06	3.17	3.21	3.26	3.26	3.34
	2	0	1.51	2.75	3.08	4.53	5.69	22.05	18.7	14.67	8.85	5.38	4.32	3.06	3.15	3.25	3.28	3.26	3.33
	3	0	2.61	5.65	6.95	8.48	10.92	22.05	18.71	14.62	8.83	5.4	4.32	3.06	3.14	3.22	3.27	3.25	3.32
	Prom	0	2.16	4.59	5.80	7.25	8.78	22.05	18.71	14.64	8.84	5.40	4.33	3.06	3.15	3.23	3.27	3.26	3.33
T3	1	0	2.37	5.36	7.36	10.6	13.23	22.05	19.32	13.45	9.3	5.98	4.5	3.06	3.22	3.23	3.25	3.3	3.45
	2	0	1.79	3.64	4.65	5.76	7.05	22.05	19.36	13.62	9.58	7.74	4.81	3.06	3.23	3.21	3.27	3.31	3.47
	3	0	2	4.83	6.36	8	9.75	22.05	19.28	13.73	9.63	6.69	4.06	3.06	3.23	3.24	3.24	3.31	3.42
	Prom	0	2.05	4.61	6.12	8.12	10.01	22.05	19.32	13.60	9.50	6.80	4.46	3.06	3.22	3.23	3.25	3.31	3.45
T4	1	0	2.1	4.03	4.83	6.08	8.75	22.05	19.84	17.1	10.74	7.34	5.04	3.06	3.05	3.18	3.18	3.25	3.36
	2	0	2.2	4.14	5.16	6.32	7.48	22.05	20.41	17.57	11.32	7.35	5.03	3.06	3.06	3.16	3.21	3.25	3.38
	3	0	1.8	3.79	4.87	6.57	7.56	22.05	20.05	17.29	11.13	6.68	4.97	3.06	3.06	3.18	3.23	3.25	3.4
	Prom	0	2.03	3.99	4.95	6.32	7.93	22.05	20.10	17.32	11.06	7.12	5.01	3.06	3.06	3.17	3.21	3.25	3.38

Anexo 6. Tabla de datos de solidos solubles totales, acidez titulable y ratio de SST/AT durante los periodos de almacenamiento

Trat	Rep	SOLIDOS SOLUBLES TOTALES (°Brix)						ACIDEZ TITULABLE						RATIO SST/AT					
		0d	4d	8d	12d	16d	20d	0d	4d	8d	12d	16d	20d	0d	4d	8d	12d	16d	20d
To	1	8	9.3	10	10.5			3.73	3.53	3.37	3.52			2.14	2.63	2.97	2.98		
	2	8	9.2	9	10.2			3.73	3.66	3.41	3.25			2.14	2.51	2.64	3.14		
	3	8	9.2	9.5	10			3.73	3.62	3.43	3.43			2.14	2.54	2.77	2.92		
	Prom	8.00	9.23	9.50	10.23			3.73	3.60	3.40	3.40			2.14	2.56	2.79	3.01		
T1	1	8	8.5	9.2	10.2	10.5		3.73	3.69	3.53	3.39	3.29		2.14	2.30	2.61	3.01	3.19	
	2	8	8.3	9.2	10.1	10.2		3.73	3.77	3.56	3.34	3.3		2.14	2.20	2.58	3.02	3.09	
	3	8	8.7	9.3	9.8	10.0		3.73	3.7	3.45	3.42	3.37		2.14	2.35	2.70	2.87	2.97	
	Prom	8	8.50	9.23	10.03	10.23		3.73	3.72	3.51	3.38	3.32		2.14	2.28	2.63	2.97	3.08	
T2	1	8	8.5	9.7	10	10.7	10.6	3.73	3.67	3.48	3.56	3.51	3.43	2.14	2.32	2.79	2.81	3.05	3.09
	2	8	8.5	9.3	10	10.4	10.5	3.73	3.69	3.62	3.5	3.53	3.31	2.14	2.30	2.57	2.86	2.95	3.17
	3	8	8.5	9.5	10	10.2	10.1	3.73	3.65	3.56	3.47	3.38	3.32	2.14	2.33	2.67	2.88	3.02	3.04
	Prom	8	8.50	9.50	10.00	10.43	10.40	3.73	3.67	3.55	3.51	3.47	3.35	2.14	2.32	2.68	2.85	3.01	3.10
T3	1	8	8.2	8.8	9.5	10	10.2	3.73	3.64	3.66	3.49	3.42	3.15	2.14	2.25	2.40	2.72	2.92	3.24
	2	8	8	8.5	9.3	9.8	9.8	3.73	3.67	3.53	3.44	3.53	3.19	2.14	2.18	2.41	2.70	2.78	3.07
	3	8	8.5	8.6	9.8	9.5	10.0	3.73	3.62	3.61	3.52	3.4	3.23	2.14	2.35	2.38	2.78	2.79	3.10
	Prom	8	8.23	8.63	9.53	9.77	10.00	3.73	3.64	3.60	3.48	3.45	3.19	2.14	2.26	2.40	2.74	2.83	3.13
T4	1	8	8.5	8.8	9.6	10.5	10.5	3.73	3.73	3.57	3.59	3.54	3.33	2.14	2.28	2.46	2.67	2.97	3.15
	2	8	8.5	9	9.8	10.2	10.0	3.73	3.76	3.75	3.61	3.47	3.36	2.14	2.26	2.40	2.71	2.94	2.98
	3	8	8.5	9.2	10	10.0	9.8.0	3.73	3.65	3.66	3.67	3.62	3.25	2.14	2.33	2.51	2.72	2.76	3.02
	Prom	8.00	8.50	9.00	9.80	10.23	10.00	3.73	3.71	3.66	3.62	3.54	3.31	2.14	2.29	2.46	2.71	2.89	3.02

Anexo 7. Puntaje de atributos sensoriales de tratamientos

ATRIBUTO COLOR

Jueces	Día 4					Día 8					Día 12					Día 16				Día 20					
	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4
1	4	3	4	3	3	4	4	5	3	3	5	5	5	5	4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
2	4	4	4	3	3	5	4	5	5	2	5	4	5	5	4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
3	4	4	4	3	3	5	4	5	5	4	5	4	5	4	4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
4	4	4	4	3	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
5	4	4	4	3	4	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
6	4	4	3	3	3	4	3	4	5	3	4	5	5	4	5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
7	4	3	4	3	3	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
8	4	4	3	3	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
9	2	4	4	3	3	5	4	4	5	3	5	5	5	5	5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
10	4	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
11	4	4	3	3	3	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
12	4	4	4	3	3	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
13	4	3	4	3	3	5	3	4	5	4	5	4	4	5	4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
14	4	4	4	3	4	4	3	5	2	4	5	5	5	5	5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
15	4	4	4	3	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Total	58	56	56	45	50	70	60	70	66	58	72	69	71	67	66	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Prom	3.87	3.73	3.73	3.00	3.33	4.67	4.00	4.67	4.40	3.87	4.8	4.6	4.73	4.47	4.4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

nd: no determinado

ATRIBUTO APARIENCIA

Jueces	Día 4					Día 8					Día 12					Día 16					Día 20				
	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4
1	3	2	4	4	4	4	4	5	4	4	2	4	4	4	5	nd	2	3	4	4	nd	nd	3	3	4
2	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	4	5	5	nd	4	4	4	4	nd	nd	4	4	3
3	4	4	4	3	4	5	4	5	3	3	2	4	5	4	4	nd	2	3	5	4	nd	nd	4	4	3
4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	2	nd	3	4	3	4	nd	nd	3	3	5
5	3	3	4	3	2	5	4	5	4	5	3	5	4	4	5	nd	3	4	4	3	nd	nd	1	3	3
6	4	4	5	3	4	5	5	4	4	4	3	3	4	4	4	nd	4	4	5	3	nd	nd	3	4	4
7	5	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	nd	3	4	4	4	nd	nd	3	4	4
8	4	4	5	3	4	5	3	3	5	5	3	3	5	4	4	nd	2	5	4	3	nd	nd	3	3	5
9	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	5	4	4	nd	4	3	5	4	nd	nd	3	4	4
10	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	3	4	4	nd	3	4	5	5	nd	nd	1	3	3
11	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	5	nd	3	4	2	5	nd	nd	2	2	3
12	4	4	5	3	4	4	4	4	5	4	3	4	3	4	3	nd	2	5	3	4	nd	nd	3	2	2
13	4	3	4	4	3	5	4	3	3	4	3	4	4	4	5	nd	3	4	3	5	nd	nd	3	3	4
14	3	4	4	5	3	5	3	3	3	4	4	3	5	5	5	nd	4	5	5	5	nd	nd	2	3	5
15	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5	nd	3	4	3	5	nd	nd	3	4	3
Total	56	53	60	52	52	65	55	58	57	59	46	57	62	64	65	nd	45	60	59	62	nd	nd	41	49	55
Prom	3.73	3.53	4.00	3.47	3.47	4.33	3.67	3.87	3.80	3.93	3.07	3.80	4.13	4.27	4.33	nd	3.00	4.00	3.93	4.13	nd	nd	2.73	3.27	3.67

ATRIBUTO AROMA

Jueces	Día 4					Día 8					Día 12					Día 16					Día 20				
	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4
1	4	3	3	2	3	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	nd	4	4	5	5	nd	nd	5	5	5
2	5	3	2	2	2	4	4	3	4	3	5	4	2	5	4	nd	4	5	4	4	nd	nd	4	5	5
3	4	4	5	2	3	4	4	4	3	3	4	4	5	3	3	nd	5	4	5	5	nd	nd	4	5	4
4	4	3	5	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	5	4	nd	4	4	4	5	nd	nd	4	4	4
5	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4	4	nd	4	4	4	4	nd	nd	4	4	4
6	5	3	4	4	4	5	4	3	4	3	5	4	4	3	5	nd	5	5	4	4	nd	nd	5	4	5
7	4	2	3	3	3	4	3	4	3	4	5	3	5	4	4	nd	5	4	4	5	nd	nd	5	4	5
8	4	3	5	3	2	5	3	3	3	3	4	3	4	3	3	nd	4	4	5	4	nd	nd	5	4	5
9	5	3	4	3	3	5	4	3	3	3	5	5	4	5	4	nd	5	5	4	4	nd	nd	4	4	4
10	3	3	3	2	2	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	nd	4	4	4	5	nd	nd	5	5	4
11	5	3	2	2	1	5	3	4	4	4	4	4	4	5	2	nd	5	4	4	3	nd	nd	5	5	5
12	4	3	4	2	3	4	4	3	4	3	4	5	4	5	5	nd	4	4	5	4	nd	nd	4	5	5
13	4	2	2	3	4	5	4	4	3	4	5	4	4	4	3	nd	5	4	4	5	nd	nd	4	4	4
14	3	2	2	3	4	4	4	3	4	4	5	5	4	4	4	nd	5	5	4	5	nd	nd	4	5	5
15	3	4	2	3	2	5	3	4	4	3	5	5	4	5	5	nd	5	5	5	5	nd	nd	5	5	5
total	61	45	50	40	43	66	54	52	53	52	67	63	59	62	56	nd	68	65	65	67	nd	nd	67	68	69
prom	4.07	3.00	3.33	2.67	2.87	4.40	3.60	3.47	3.53	3.47	4.47	4.20	3.93	4.13	3.73	nd	4.53	4.33	4.33	4.47	nd	nd	4.47	4.53	4.60

ATRIBUTO SABOR

Jueces	Día 4					Día 8					Día 12					Día 16					Día 2'				
	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4
1	2	2	3	3	2	3	2	4	3	4	3	5	3	4	4	nd	5	3	4	4	nd	nd	3	3	4
2	4	3	4	3	3	4	2	2	4	4	4	2	4	2	3	nd	4	4	5	3	nd	nd	4	4	3
3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	nd	3	4	4	3	nd	nd	4	4	5
4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3	nd	3	4	4	3	nd	nd	4	4	3
5	4	3	3	2	2	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	nd	4	3	3	3	nd	nd	4	3	4
6	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	5	4	3	4	nd	4	4	3	3	nd	nd	4	5	4
7	2	3	3	3	2	3	3	3	4	5	4	4	4	3	4	nd	4	4	3	4	nd	nd	4	4	4
8	4	3	3	3	3	5	5	3	4	4	3	3	5	4	3	nd	3	5	4	3	nd	nd	3	4	4
9	3	2	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	nd	4	4	4	4	nd	nd	4	4	4
10	2	3	3	2	1	4	3	3	3	4	4	5	5	5	4	nd	5	4	4	4	nd	nd	4	5	4
11	2	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	nd	3	4	3	4	nd	nd	4	4	4
12	4	2	3	2	4	4	4	5	2	2	4	4	4	3	4	nd	3	4	3	4	nd	nd	4	3	4
13	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	3	nd	4	4	4	3	nd	nd	4	4	4
14	4	4	4	2	2	5	3	3	4	4	5	4	4	4	5	nd	4	4	4	4	nd	nd	4	4	5
15	3	3	4	3	2	3	3	4	4	4	4	5	5	5	3	nd	3	5	4	4	nd	nd	4	4	5
total	49	46	48	43	39	55	49	53	54	56	57	58	59	55	53	nd	56	60	56	53	nd	nd	58	59	61
prom	3.3	3.1	3.2	2.9	2.6	3.7	3.3	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.9	3.7	3.5	nd	3.7	4.0	3.7	3.5	nd	nd	3.9	3.9	4.1

ATRIBUTO ACEPTABILIDAD

Jueces	Día 4					Día 8					Día 12					Día 16					Día 20				
	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4	To	T1	T2	T3	T4
1	4	3	5	5	4	4	3	4	3	4	2	3	4	3	4	nd	2	4	3	4	nd	nd	4	3	4
2	3	5	4	4	5	3	4	4	4	5	2	3	3	4	5	nd	3	3	4	5	nd	nd	4	4	3
3	4	5	5	5	5	3	4	5	3	4	2	3	3	3	5	nd	3	3	3	5	nd	nd	4	4	4
4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	2	4	4	4	5	nd	2	4	3	5	nd	nd	3	2	3
5	5	4	4	3	4	4	5	4	5	4	4	4	4	3	4	nd	4	4	3	4	nd	nd	3	4	4
6	4	5	5	4	5	4	5	3	4	4	2	2	2	4	3	nd	2	2	4	3	nd	nd	3	3	4
7	3	3	4	5	4	5	4	4	4	3	1	3	4	4	4	nd	3	3	3	3	nd	nd	3	4	4
8	4	4	3	5	5	3	3	3	4	5	2	3	3	5	3	nd	3	3	3	3	nd	nd	3	4	4
9	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	nd	4	3	4	4	nd	nd	3	3	4
10	3	4	4	3	5	3	3	4	5	5	2	4	4	3	5	nd	2	4	3	5	nd	nd	3	3	4
11	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	2	3	3	5	4	nd	3	3	4	4	nd	nd	2	2	3
12	5	4	3	4	5	5	5	4	4	4	3	4	3	4	4	nd	2	3	4	4	nd	nd	2	2	3
13	3	5	4	5	4	3	3	3	3	4	2	2	3	5	4	nd	2	3	3	4	nd	nd	2	2	3
14	4	5	5	5	4	3	4	4	4	3	3	3	5	4	5	nd	3	3	4	5	nd	nd	2	3	3
15	5	5	4	4	4	4	3	4	4	4	2	3	4	4	4	nd	3	4	4	4	nd	nd	2	4	4
Total	60	64	61	65	66	56	57	56	59	62	34	48	52	59	63	nd	41	49	52	62	nd	nd	43	47	54
Prom	4.00	4.27	4.07	4.33	4.40	3.73	3.80	3.73	3.93	4.13	2.27	3.20	3.47	3.93	4.20	nd	2.73	3.27	3.47	4.13	nd	nd	2.87	3.13	3.60

Anexo 8. Analisis de variancia de parámetros fisicoquímicos

ANOVA DE PERDIDA DE PESO

F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Bloque (días)	4	22.67	75.97	43.28	<0.0001	*
Tratamientos	4	303.86	5.67	3.23	0.0186	*
Error	57	100.04	1.76			
Total	65	426.57				

N=66; $R^2= 0.77$; $R^2_{aj} = 0.73$; C.V.=24.67.

ANOVA DE FIRMEZA

F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Bloque (días)	4	1919.34	479.83	975.2	<0.0001	*
Tratamientos	4	28.95	7.24	14.71	<0.0001	*
Error	57	28.05	0.49			
Total	65	1976.34				

N=66; $R^2= 0.99$; $R^2_{aj} = 0.98$; C.V.= 6.42

ANOVA DE PH

F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Bloque (días)	4	0.5	0.12	124.56	<0.0001	*
Tratamientos	4	0.14	0.04	35.5	<0.0001	*
Error	57	0.06	1.00E-03			
Total	65	0.7				

N=66; $R^2= 0.92$; $R^2_{aj} = 0.91$; C.V.= 0.96

ANOVA SOLIDOS SOLUBLES TOTALES

F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Bloque (días)	4	27.57	6.89	133.18	<0.0001	*
Tratamientos	4	2.32	0.58	11.2	<0.0001	*
Error	57	2.95	0.05			
Total	65	32.84				

N=66; $R^2= 0.91$; $R^2_{aj} = 0.90$; C.V.= 2.39

ANOVA ACIDEZ TITULABLE

F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Bloque (días)	4	1.07	0.27	52.25	<0.0001	*
Tratamiento	4	0.10	0.02	4.74	0.0023	*
Error	57	0.29	0.01			
Total	65	1.46				

N=66; R²= 0.80; R²aj = 0.77; C.V.= 2.04

Anexo 9. Análisis de variancia de atributos sensoriales de tratamientos

ANOVA ATRIBUTO COLOR

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Color Dia 4	Panelista	14	3.07	0.22	1.24	0.272	ns
	Tratamiento	4	7.73	1.93	10.97	<0.0001	*
	Error	56	9.87	0.18			
	Total	74	20.67				
	C.V.=11.88						

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Color Dia 8	Panelista	14	11.52	0.82	2.05	0.0298	ns
	Tratamiento	4	8.32	2.08	5.18	0.0013	*
	Error	56	22.48	0.4			
	Total	74	42.32				
	C.V.: 14.67						

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Color Dia 12	Panelista	14	4.4	0.31	1.27	0.2555	ns
	Tratamiento	4	1.73	0.43	1.75	0.1519	ns
	Error	56	13.87	0.25			
	Total	74	20				
	C.V.: 10.82						

ANOVA ATRIBUTO APARIENCIA

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Apariencia Dia 4	Panelista	14	8.08	0.58	1.61	0.1045	ns
	Tratamiento	4	3.15	0.79	2.2	0.081	ns
	Error	56	20.05	0.36			
	Total	74	31.28				
C.V.: 16.44							

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Apariencia Dia 8	Panelista	14	8.32	0.59	1.55	0.1223	ns
	Tratamiento	4	3.79	0.95	2.48	0.0545	ns
	Error	56	21.41	0.38			
	Total	74	33.52				
C.V.: 15.77							

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Apariencia Dia 12	Panelista	14	11.79	0.84	2.35	0.0123	ns
	Tratamiento	4	55.92	13.98	38.99	<0.0001	*
	Error	56	20.08	0.36			
	Total	74	87.79				
C.V.: 16.57							

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Apariencia Dia 16	Panelista	14	8.23	0.59	0.93	0.5318	ns
	Tratamiento	3	12.07	4.02	6.39	0.0011	*
	Error	42	26.43	0.63			
	Total	59	46.73				
C.V.: 21.06							

ANOVA ATRIBUTO AROMA

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Aroma Dia 4	Panelista	14	1.01	1.61	0.1037	1.01	ns
	Tratamiento	4	4.51	7.19	0.0001	4.51	*
	Error	56	0.63				
	Total	74					
C.V.: 24.86							

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Aroma Dia 8	Panelista	14	2.35	0.17	0.58	0.8656	ns
	Tratamiento	4	9.55	2.39	8.33	<0.0001	*
	Error	56	16.05	0.29			
	Total	74	27.95				
C.V.: 14.50							

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Aroma Dia 12	Panelista	14	11.55	0.82	1.76	0.0683	ns
	Tratamiento	4	4.61	1.15	2.47	0.0552	*
	Error	56	26.19	0.47			
	Total	74	42.35				
C.V.: 16.71							

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Aroma Dia 16	Panelista	14	4.33	0.31	1.1	0.3842	ns
	Tratamiento	3	0.45	0.15	0.53	0.6616	ns
	Error	42	11.8	0.28			
	Total	59	16.58				
C.V.: 12.00							

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Aroma Dia 20	Panelista	14	3.91	0.28	0.92	0.5485	ns
	Tratamiento	2	0.18	0.09	0.29	0.7481	ns
	Error	28	8.49	0.3032			
	Total	44	12.58				
C.V.: 12.58							

ANOVA ATRIBUTO SABOR

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Sabor Dia 4	Panelista	14	11.2	0.8	1.84	0.0555	ns
	Tratamiento	4	4.4	1.1	2.52	0.0509	ns
	Error	56	24.4	0.44			
	Total	74	40				
C.V.: 22.00							

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Sabor Dia 8	Panelista	14	6.88	0.49	0.93	0.5354	ns
	Tratamiento	4	1.95	0.49	0.92	0.4594	ns
	Error	56	29.65	0.53			
	Total	74	38.48				
C.V.: 20.44							

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Sabor Dia 12	Panelista	14	15.28	1.09	2.46	0.0088	ns
	Tratamiento	4	1.55	0.39	0.87	0.487	ns
	Error	56	24.85	0.44			
	Total	74	41.68				
C.V.: 17.72							

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Sabor Dia 16	Panelista	14	4.5	0.32	0.89	0.5708	ns
	Tratamiento	3	1.65	0.55	1.53	0.2208	ns
	Error	42	15.1	0.36			
	Total	59	21.25				
C.V.: 15.99							

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Sabor Dia 20	Panelista	14	2.58	0.18	0.66	0.7925	ns
	Tratamiento	2	0.84	0.42	1.51	0.2381	ns
	Error	28	7.82	0.28			
	Total	44	11.24				
C.V.: 14.24							

ANOVA ATRIBUTO ACEPTABILIDAD

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Apariencia Dia 4	Panelista	14	7.39	0.53	1.08	0.3966	ns
	Tratamiento	4	1.79	0.45	0.91	0.4631	ns
	Error	56	27.41	0.49			
	Total	74	36.59				
C.V.: 16.44							

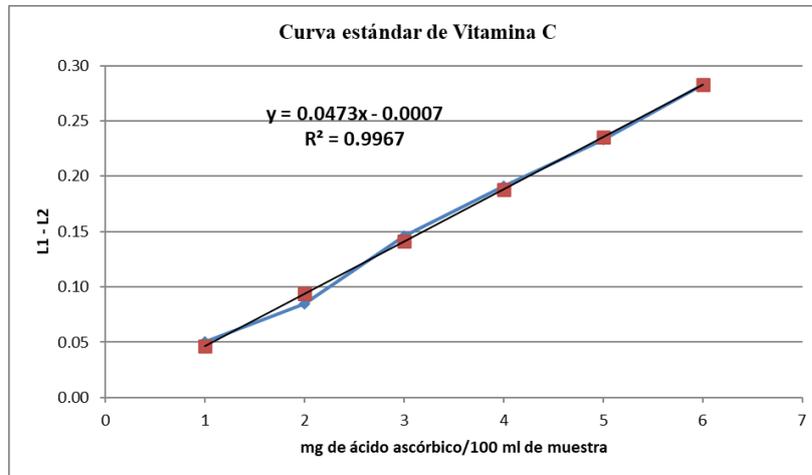
	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Apariencia Dia 8	Panelista	14	7.47	0.53	1.27	0.2533	ns
	Tratamiento	4	1.73	0.43	1.03	0.3978	ns
	Error	56	23.47	0.42			
	Total	74	32.67				
C.V.: 15.77							

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Aceptabilidad Dia 12	Panelista	14	8.19	0.58	1.25	0.2682	ns
	Tratamiento	4	33.79	8.45	18.04	<0.0001	*
	Error	56	26.21	0.47			
	Total	74	68.19				
C.V.: 18.68							

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Aceptabilidad Dia 16	Panelista	14	6.4	0.46	1.13	0.359	ns
	Tratamiento	3	15.07	5.02	12.46	<0.0001	*
	Error	42	16.93	0.4			
	Total	59	38.4				
C.V.: 18.68							

	F.V.	G.L	SC	CM	F	p-valor	Sig
Aceptabilidad Dia 20	Panelista	14	13.87	0.99	3.85	0.0012	*
	Tratamiento	2	4.13	2.07	8.04	0.0017	*
	Error	28	7.2	0.26			
	Total	44	25.2				
C.V.: 15.85							

Anexo 10. Tabla de datos de curva estándar de vitamina C



Fuente: Murillo-Baca et al. (2023)

Anexo 11. Análisis de color de Tratamiento T4 (M1) 0d



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0388 - LCC – UNCP - 2023

SOLICITANTE : TORRES VASQUEZ ERICKSON JOEL
DIRECCIÓN : MANDARACHI ESCOBAR ILEN MARYLIN
: LA MERCED.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : QUITO QUITO
ENVASE : BOLSA DE PAPEL CRAF
TAMAÑO DE MUESTRA : 2 UNIDADES
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 20/09/2023
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 02/10/2023
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0388 – 2023
DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA : M1

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS COLOR:

ANÁLISIS	RESULTADOS		
L*	50.1	64.4	54.8
a*	26.7	27.3	27.3
b*	70.5	75.7	58.2
C	75.2	80.5	64.3
H	67.8	70.1	64.9

MÉTODO DE ENSAYO:
1. COLORÍMETRO : ADAC, 2000

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO.
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 02 DE OCTUBRE DEL 2023

Luis Artiles Malipal
SERVENTE DE CALIDAD
LCC - FATA - UNCP

Página 1/1

Anexo 12. Análisis de vitamina C Tratamiento T4 (M1) 0d



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

[Http://www.uncp.edu.pe](http://www.uncp.edu.pe)

INFORME DE ENSAYO N° 0385 - LCC - UNCP - 2023

SOLICITANTE : TORRES VASQUEZ ERICKSON JOEL
MANDARACHI ESCOBAR ILEN MARYLIN
DIRECCIÓN : LA MERCED.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : QUITO QUITO
ENVASE : BOLSA DE PAPEL CRAF
TAMAÑO DE MUESTRA : 2 UNIDADES
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 20/09/2023
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 02/10/2023
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0385 - 2023
DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA : M1

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
VITAMINA C (mg/100g)	32.68

MÉTODO DE ENSAYO:

1. VITAMINA C : AOAC, 2000

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO.
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIFERENCIA DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 02 DE OCTUBRE DEL 2023

Lab. Arica Mollari
SERVICIO DE CALIDAD
LCC - FIAA - UNCP

Página 1/1

Anexo 13. Análisis de polifenoles totales Tratamiento T4 (M1) 0d



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0386 - LCC – UNCP - 2023

SOLICITANTE : TORRES VASQUEZ ERICKSON JOEL
MANDARACHI ESCOBAR ILEN MARYLIN
DIRECCIÓN : LA MERCED.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : QUITO QUITO
ENVASE : BOLSA DE PAPEL CRAF
TAMAÑO DE MUESTRA : 2 UNIDADES
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 20/09/2023
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 02/10/2023
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0386 – 2023
DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA : M1

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
POLIFENOLES TOTALES (mq Eq. Acido galico/100g)	87.09

MÉTODO DE ENSAYO: : AOAC, 2000
1. POLIFENOLES

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA, CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO. LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 02 DE OCTUBRE DEL 2023



Anexo 14. Análisis de color Tratamiento T4 (M2) 8d



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0389 - LCC – UNCP - 2023

SOLICITANTE : TORRES VASQUEZ ERICKSON JOEL
MANDARACHI ESCOBAR ILEN MARYLIN
DIRECCIÓN : LA MERCED.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : QUITO QUITO
ENVASE : BOLSA DE PAPEL CRAF
TAMAÑO DE MUESTRA : 2 UNIDADES
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 20/09/2023
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 02/10/2023
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0389 – 2023
DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA : M2

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS COLOR:

ANÁLISIS	RESULTADOS		
L*	53.9	60.3	54.6
a*	35.7	29.5	36.5
b*	56.8	64.9	57.6
C	67.1	71.3	68.2
H	57.9	65.5	57.6

MÉTODO DE ENSAYO:
1. COLORIMETRO : AOAC, 2000

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA, DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA, CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO. LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:
EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 02 DE OCTUBRE DEL 2023


Luis Arlica Malqui
SERVENTE DE CALIDAD
LCC - FASA - UNCP

Página 1/1

Anexo 15. Análisis de color Tratamiento T4 (M3) 16d



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0390 - LCC - UNCP - 2023

SOLICITANTE : TORRES VASQUEZ ERICKSON JOEL
DIRECCIÓN : MANDARACHI ESCOBAR ILEN MARYLIN
: LA MERCED.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : QUITO QUITO
ENVASE : BOLSA DE PAPEL CRAF
TAMAÑO DE MUESTRA : 2 UNIDADES
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 20/09/2023
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 02/10/2023
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0390 - 2023
DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA : M3

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS COLOR:

ANÁLISIS	RESULTADOS		
L*	54.20	55.5	53.8
a*	40.8	34.4	32.8
b*	71.4	73.7	63.6
C	82.2	81.3	71.6
H	60.3	65	62.7

MÉTODO DE ENSAYO:
1. COLORIMETRO : AOC4, 2000

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO.
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:
EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 02 DE OCTUBRE DEL 2023



Página 1/1

Anexo 16. Análisis proximal T4 (M3) 16d



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0383 - LCC - UNCP - 2023

SOLICITANTE : TORRES VASQUEZ ERICKSON JOEL
MANDARACHI ESCOBAR ILEN MARYLIN
DIRECCIÓN : LA MERCED.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : QUITO QUITO
ENVASE : BOLSA DE PAPEL CRAF
TAMAÑO DE MUESTRA : 2 UNIDADES
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 20/09/2023
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 02/10/2023
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0383 - 2023
DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : M3

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
HUMEDAD (%)	83.29
CENIZA (%)	0.61
GRASA (%)	0.30
PROTEÍNA (%)	0.23
FIBRA (%)	1.92
CARBOHIDRATOS (%)	13.65

MÉTODO DE ENSAYO:

1. HUMEDAD : REF. NTP N° 205.002-1979
2. GRASA : REF. NTP N° 205.005-1980
3. PROTEÍNA : AOAC, 1990
4. CENIZA : REF. NTP N° 205.004-1979
5. FIBRA : REF. NTP N° 205.003-1980
6. CARBOHIDRATOS : CÁLCULO MATEMÁTICO

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO.
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIRMENCIA DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 02 DE OCTUBRE DEL 2023

Luis Arica Mallqui
SERVENTE DE CALIDAD
LCC - FAVA - UNCP

Página 1/1

Anexo 17. Análisis de vitamina C T4 (M3) 16d



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0384 - LCC - UNCP - 2023

SOLICITANTE : TORRES VASQUEZ ERICKSON JOEL
MANDARACHI ESCOBAR ILEN MARYLIN
DIRECCIÓN : LA MERCED.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : QUITO QUITO
ENVASE : BOLSA DE PAPEL CRAF
TAMAÑO DE MUESTRA : 2 UNIDADES
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 20/09/2023
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 02/10/2023
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0384 - 2023
DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA : M3

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
VITAMINA C (mg/100g)	27.63

MÉTODO DE ENSAYO:
1. VITAMINA C : AOAC, 2000

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO.
LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIRIMENCIA DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 02 DE OCTUBRE DEL 2023



Anexo 18. Análisis de polifenoles totales T4 (M3) 16d



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0387 - LCC - UNCP - 2023

SOLICITANTE : TORRES VASQUEZ ERICKSON JOEL
MANDARACHI ESCOBAR ILEN MARYLIN
DIRECCIÓN : LA MERCED.

EL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : QUITO QUITO
ENVASE : BOLSA DE PAPEL CRAF
TAMAÑO DE MUESTRA : 2 UNIDADES
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 20/09/2023
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 02/10/2023
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0387 - 2023
DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA : M3

RESULTADOS:

1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO:

ANÁLISIS	RESULTADO
POLIFENOLES TOTALES (mq Eq. Acido galico/100g)	62.64

MÉTODO DE ENSAYO:
1. POLIFENOLES : AOAC, 2000

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA DESCONOCIÉNDOSE LAS CONDICIONES DE LA TOMA DE MUESTRA CONSERVACIÓN, ASÍ COMO SU REPRESENTATIVIDAD PARA EL LOTE DETERMINADO. LOS ANÁLISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA:

EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE SOLO A LA MUESTRA. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DURABILIDAD DE ESTE PRODUCTO SE MANTENDRÁ POR 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 02 DE OCTUBRE DEL 2023



Anexo 19. IMÁGENES DE LA INVESTIGACION

Anexo 18. Imágenes de la investigación



Recepción de Frutos



Limpieza de frutos



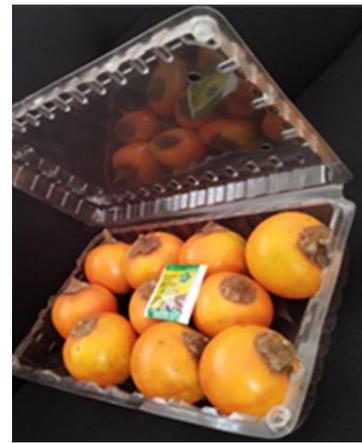
Lavado y desinfección



Secado y pesado



Envasado



**Adición de sachets
absorbentes de etileno**



**Frutos envasados con
sachet absorbente**



**Estante de almacenamiento
de las muestras**



Medición de T° y HR



Medición de color con cartilla



Medición de calibre



Medición de firmeza



Medición de pH y acidez



Analisis de vitamina C en espectrofotometro



Evaluación sensorial de tratamientos