



ALMACENAMIENTO POSCOSECHA: ESTUDIO DE FRUTOS NATIVOS EN EL DISTRITO DE ACOBAMBA, TARMA



AUTORES:

Edson Elvis Ramirez-Tixe / Henry Juan Javier-Ninahuaman
Gina De La Cruz-Calderón / Nora Rodríguez-Cangalaya
Jimmy Echevarria-Victorio / Gary Francis Rojas-Hurtado





Almacenamiento poscosecha: **Estudio de frutos nativos en el distrito de Acobamba, Tarma**

AUTORES:

Edson Elvis Ramirez-Tixe
Henry Juan Javier-Ninahuaman
Gina De La Cruz-Calderón
Nora Rodríguez-Cangalaya
Jimmy Echevarría-Victorio
Gary Francis Rojas-Hurtado

Edson Elvis Ramirez-Tixe/ Henry Juan Javier-Ninahuaman/ Gina De La Cruz-Calderón/Nora Rodríguez-Cangalaya/ Jimmy Echevarria-Victorio/ Gary Francis Rojas-Hurtado

Almacenamiento poscosecha: Estudio de frutos nativos en el distrito de Acobamba, Tarma

92 pp.; 15x23cm

Almacenamiento poscosecha: Estudio de frutos nativos en el distrito de Acobamba, Tarma

Editado por:

©Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, Fondo Editorial. Carretera La Florida – Cochayoc km 2, Huancucro N° 2092 Acobamba - Tarma – Junín - Tarma, Perú

ISBN: xxxxxx

1ª edición Digital – mayo del 2025

HECHO EL DEPÓSITO LEGAL EN LA BIBLIOTECA NACIONAL DEL PERÚ No 2025-04058

Libro electrónico disponible en DOI:

Proceso de revisión

Fue revisado por pares externos en modalidad de doble ciego

Revisor A: Greta Hinostroza Quiñonez

Revisor B: Mery Luz Baquerizo Canchumanya

Corrector de Estilo

Arturo Uzziel Morales Nieva

Diseño de cubierta y diagramación de interiores

Alfredo Carhuancho-Fabián

Publicado en el Perú / Published in Peru

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, sin autorización escrita del autor.

DEDICATORIA

DEDICATORIA

A los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, cuyo espíritu innovador y compromiso con el desarrollo sostenible inspiran la investigación y el avance del conocimiento; a los agricultores del distrito de Acobamba - Tarma, quienes con su dedicación y esfuerzo preservan y cultivan nuestros frutos nativos, enfrentando los desafíos del campo; y a los comerciantes y empresarios, cuyo emprendimiento impulsan la comercialización, exportación y transformación de estos productos. Este trabajo es para ayudar a expandir sus conocimientos, prácticas y proyectos.

A los agricultores y científicos de Tarma, cuya dedicación y amor por la tierra nos inspiran a comprender mejor los efectos de la temperatura en nuestros frutos nativos. Que este libro sea un homenaje a su incansable labor y un faro de conocimiento para las futuras generaciones.

A los pobladores de Tarma y de la Región Junín, con la esperanza de que este libro les permita conocer y aprovechar el potencial saludable y nutricional de los frutos nativos que crecen en sus tierras, mejorando su calidad de vida y de las generaciones futuras.

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, cuya visión y compromiso académico se reflejan en la provisión de laboratorios equipados que fueron esenciales para el desarrollo de esta investigación; asimismo, extendemos nuestra gratitud a la población de Acobamba, cuya colaboración y confianza fueron fundamentales para enriquecer este trabajo, su apertura y disposición no solo impulsaron este estudio, sino que también nos recordaron la importancia de vincular la academia con nuestra comunidad.

CONTENIDO

CONTENIDO

DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTOS	7
CONTENIDO	9
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS	11
PRESENTACIÓN	13
RESUMEN	15
ABSTRACT	17
CAPÍTULO I > CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.1. Situación problemática y formulación del problema	19
1.1.1. Planteamiento del problema	19
1.1.2. Formulación del problema	20
1.2. Justificación	20
1.3. Objetivos	22
1.3.1. Objetivo general	22
1.3.2. Objetivos específicos	22
1.4. Limitaciones	23
CAPÍTULO II > FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	25
2.1. Antecedentes	25
2.2. Bases teóricas	30
2.2.1. Frutos nativos	30
2.2.2. Fisiología y tecnología poscosecha	30
2.2.3. Manejo poscosecha.	38
2.2.4. Oportunidades de comercialización y exportación de frutos nativos	41
2.3. Bases conceptuales	48
2.4. Hipótesis de investigación	50
CAPÍTULO III > METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	51
3.1. Tipo y nivel de investigación	51
3.2. Métodos de investigación	51
3.3. Diseño de la investigación	52

3.4. Población y muestra	52
3.4.1. Población	52
3.4.2. Muestra	52
3.5. Técnicas de muestreo	52
3.6. Instrumentos y Técnicas de recopilación de datos	53
3.6.1. Determinación de pérdida de peso	53
3.6.2. Determinación de pH	53
3.6.3. Determinación de acidez total	53
3.6.4. Determinación de Sólidos solubles totales (°Brix)	54
3.6.5. Determinación del índice de madurez (IM)	54
3.6.6. Determinación de los parámetros de color	54
3.7. Técnica de procesamiento de datos	55
3.8. Aspectos éticos y regulatorios en la recolección de muestras	56
CAPÍTULO IV > RESULTADOS Y DISCUSIONES	57
4.1. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de los frutos nativos	57
4.1.1. Potencial de hidrógeno (pH)	57
4.1.2. Sólidos solubles totales (°Brix)	60
4.1.3. Pérdida de peso (%)	62
4.1.4. Acidez titulable (%)	64
4.1.5. Índice de madurez	66
4.2. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de los frutos nativos: colorimetría	68
4.2.1. Parámetro de color L*	68
4.2.2. Parámetro de color a*	70
4.2.3. Parámetro de color b*	72
4.2.4. Parámetro de color C	74
CAPÍTULO V > CONCLUSIONES	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXOS	85
Anexo 1. Panel fotográfico de la ejecución del trabajo de investigación	85
Anexo 2. Presentación de resultados en congreso internacional	86
Anexo 3. Publicación de resultados en resumen científico	87

ÍNDICE DE TABLAS

• Tabla 1	Composición químico proximal del tumbo	32
• Tabla 2	Composición químico proximal de mora	34
• Tabla 3	Composición químico proximal de saúco	36
• Tabla 4	Partidas arancelarias relacionas con los berries y passifloras	43
• Tabla 5	Determinación de partida arancelaria por producto nativo de Acobamba	43
• Tabla 6	Principales mercados de exportación de las partidas arancelarias 081010; 081020; 081030; 081040 (berries) en millones de dólares	44
• Tabla 7	Principales mercados de exportación de las partidas arancelarias 081090 (passifloras) en miles de dólares	45
• Tabla 8	Evaluación de pH de los frutos nativos	59
• Tabla 9	Evaluación de sólidos solubles totales (°Brix) de frutos nativos	61
• Tabla 10	Evaluación de pérdida de peso (%) de los frutos nativos	63
• Tabla 11	Evaluación de acidez titulable (% de ácido málico)	65
• Tabla 12	Evaluación del índice de madurez de frutos nativos	67
• Tabla 13	Evaluación del parámetro de color L*	69
• Tabla 14	Evaluación de parámetro de color a*	71
• Tabla 15	Evaluación de parámetro de color b*	73
• Tabla 16	Evaluación de parámetro de color C (valor de la cromaticidad)	75

ÍNDICE DE FIGURAS

• Figura 1	Fruto de tumbo	32
• Figura 2	Desarrollo de frutos de moras	33
• Figura 3	Características de la planta del fruto de saúco	35
• Figura 4	Relación entre el color y los compuestos bioactivos.	37
• Figura 5	Principales mercados de exportación de los frutos nativos del Perú	47
• Figura 6	Diseño experimental del proyecto	52

PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN

La provincia de Tarma, enclavada en el corazón de los Andes peruanos, es un paraíso natural reconocido por su variada biodiversidad y la producción de frutos nativos cultivados y consumidos durante generaciones. Sin embargo, en las últimas décadas, los fenómenos climáticos han empezado a cambiar el ciclo de vida y la calidad de estos frutos. Este libro forma parte del proyecto autofinanciado titulado “Efecto del tiempo y la temperatura de almacenamiento pos cosecha en la concentración de los compuestos bioactivos y las propiedades fisicoquímicos de los frutos nativos procedentes del distrito de Acobamba - Tarma” registrado en la Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica (DITT) de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma, con código P-PA-24-01-01, busca entender y documentar cómo las variaciones de temperatura y el tiempo de almacenamiento impactan en el desarrollo fisiológico de los frutos nativos. El libro está organizado de la siguiente manera:

Capítulo I: Contextualización de la Investigación

En este capítulo, se abarca la problemática actual de los frutos nativos de Acobamba en el almacenamiento poscosecha, la justificación de la investigación, los objetivos de evaluar el efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento poscosecha, y las limitaciones

Capítulo II: Fundamentación Teórica

En este capítulo, se exploran los antecedentes teóricos y prácticos relacionados con la conservación de las frutas nativas de Tarma. Se detallan los procesos de manejo poscosecha, los factores que influyen en la calidad de la fruta y las tecnologías disponibles para su conservación. Además, se abordan las oportunidades de comercialización y exportación, haciendo énfasis en el potencial económico de estos productos.

Capítulo III: Metodología de la Investigación

En esta sección, se explica el enfoque metodológico que sustenta la investigación. Se detalla el tipo y nivel de estudio, la selección de la muestra, las técnicas de muestreo y el diseño de la investigación. Esto proporciona un marco sólido para la comprensión de los resultados obtenidos.

Capítulo IV: Resultados y Discusión

Se presentan los resultados obtenidos en términos de variables clave como pH, sólidos solubles totales, pérdida de peso, acidez titulable e índice de madurez, así como los parámetros de color Cielab (L^* , a^* , b^* , C). Esta sección proporciona un análisis integral sobre cómo las variaciones de temperatura afectan cada uno de estos aspectos.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones

Este capítulo final resume los principales hallazgos y sugiere recomendaciones prácticas para optimizar la conservación y el manejo de las frutas nativas de Tarma en el contexto de los cambios climáticos actuales. Se destacan propuestas útiles tanto para la sierra central como para otras regiones interesadas en preservar y utilizar estas frutas únicas.

RESUMEN

RESUMEN

Las cifras de las pérdidas poscosecha de los alimentos durante la cadena de abastecimiento son preocupantes, esto genera como consecuencia la inseguridad alimentaria de la población muchas de las cuales se atribuyen al manejo inadecuado durante el almacenamiento posterior a la cosecha, y es necesario conocer parámetros para un mejor manejo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento poscosecha en las propiedades fisicoquímicas de los frutos nativos de tumbo (*Passiflora mollissima*), mora (*Rubus ulmifolius*) y saúco (*Sambucus nigra* subsp) procedentes del distrito de Acobamba, provincia de Tarma, Junín. Los frutos fueron cosechados, seleccionados y almacenados en envases perforados de polietileno tereftalato, luego se analizaron a temperaturas de 3 °C, 12 °C y 18 °C por 24 días. Se evaluaron las propiedades físicas como acidez titulable, pérdida de peso, pH, sólidos solubles totales, índice de madurez, parámetros de color: L*, a*, b* y C, a los días 0; 4; 8; 12; 16; 20 y 24. Se utilizó un diseño factorial con factores de tiempo (días) y temperatura de almacenamiento poscosecha. Los resultados evidenciaron que el almacenamiento a 3 °C preservó mejor las propiedades fisicoquímicas y disminución significativa de la pérdida de peso. Se observó un efecto significativo ($p < 0,05$) en frutos de tumbo para las propiedades de acidez titulable, pH, sólidos solubles totales, índice de madurez, parámetros de color (L*, a*, b* y C). En las moras se observó un efecto significativo ($p < 0,05$) en la temperatura y el

tiempo de almacenamiento, las propiedades fisicoquímicas de sólidos solubles totales, acidez titulable, pérdida de peso, parámetro de color L^* . En frutos de saúco se encontró un efecto significativo ($p < 0,05$) en parámetros de sólidos solubles totales, pH, acidez titulable, pérdida de peso, índice de madurez, parámetro de color (L^* , a^* , b^* y C). Se concluye que el efecto significativo de la temperatura y tiempo de almacenamiento en los frutos de mora, saúco y tumbo como propiedades fisicoquímicas y parámetros de color. Este estudio resalta la importancia de implementar prácticas poscosechas óptimas para maximizar la vida útil y calidad de los frutos nativos, contribuyendo a su valorización en mercados locales e internacionales.

Palabras clave: Frutos nativos, almacenamiento poscosecha, propiedades fisicoquímicas, temperatura y tiempo.

ABSTRACT

ABSTRACT

The figures for post-harvest food losses during the supply chain are worrying; this results in food insecurity among the population, many of which are attributed to inadequate handling during post-harvest storage, and it is necessary to know parameters for better management. The objective of this work was to evaluate the effect of postharvest storage time and temperature on the physicochemical properties of the native fruits of tumbo (*Passiflora mollissima*), blackberry (*Rubus ulmifolius*) and elderberry (*Sambucus nigra* subsp) from the district of Acobamba, province of Tarma, Junín. The fruits were harvested, selected and stored in perforated polyethylene terephthalate containers, then analyzed at temperatures of 3 °C, 12 °C and 18 °C for 24 days. Physical properties were evaluated such as titratable acidity, weight loss, pH, total soluble solids, maturity index, color parameters: L*, a*, b* and C, at 0 days; 4; 8; 12; 16; 20 and 24. A factorial design was used with factors of time (days) and postharvest storage temperature. The results showed that storage at 3 °C better preserved the physicochemical properties, significantly reducing weight loss and maintaining nutritional quality. A significant effect ($p < 0.05$) was observed in tumbo fruits for the properties of titratable acidity, pH, total soluble solids, maturity index, color parameters (L*, a*, b* and C). In blackberries, a significant effect ($p < 0.05$) was observed in storage temperature and time, physicochemical properties of total soluble solids, titratable acidity, weight loss, and

color parameter L^* . In elderberry fruits, a significant effect was found ($p < 0.05$) in parameters of total soluble solids, pH, titratable acidity, weight loss, maturity index, color parameter (L^* , a^* , b^* and C). Finally, we conclude the significant effect of temperature and storage time on blackberry, elderberry and tumbo fruits as physicochemical properties and color parameters. This study highlights the importance of implementing optimal post-harvest practices to maximize the useful life and quality of native fruits, contributing to their appreciation in local and international markets.

Keywords: Native fruits, postharvest storage, physicochemical properties, temperature and time.

01

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Situación problemática y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

Los frutos nativos han mostrado un potencial significativo en la promoción de la salud humana debido a la presencia de compuestos bioactivos, tales como: antioxidantes, antocianinas, fenoles totales y ácido ascórbico, entre otros. Estos compuestos son reconocidos por sus propiedades beneficiosas, como la capacidad antioxidante, que ayuda a mitigar el daño celular causado por los radicales libres, y la prevención de diversas enfermedades crónicas.

Se han encontrado cifras preocupantes que demuestran que muchos de estos frutos son deteriorados en la etapa de la poscosecha, esta pérdida asciende entre el 28% y el 55% anual de toda la producción en especial en los países de ingreso bajos y medio (Karoney et al., 2024). La pérdida de compuestos bioactivos en los frutos nativos se ve influenciada por diversos factores, entre los que destaca el limitado conocimiento de los productores sobre las prácticas adecuadas de almacenamiento poscosecha. Además, la

exposición a temperaturas elevadas acelera los procesos biológicos como la respiración, la transpiración y la senescencia, lo que conlleva a una disminución de la calidad nutricional del producto. Esta pérdida de calidad afecta negativamente los ingresos de los productores.

El Perú es un importante productor de frutos nativos que contienen altas concentraciones de compuestos bioactivos, tales como el aguaymanto, el camu camu, la zarzamora, la guinda, la frutilla, el saúco, la chirimoya y la lúcuma. Estos frutos, con sus colores y sabores exóticos, resultan atractivos tanto para el consumo directo como para su inclusión en productos formulados a partir de ellos. En el distrito de Acobamba, ubicado en la provincia de Tarma, se han identificado campos agrícolas donde crecen de manera silvestre frutos de mora (*Rubus ulmifolius*), saúco (*Sambucus nigra* subsp), y tumbo (*Passiflora mollissima*). Estos frutos, hasta el momento, no han sido objeto de estudios exhaustivos ni han sido ampliamente aprovechados, ya sea como suplementos de otros productos o para consumo directo. Asimismo, se carece de investigaciones relacionadas con sus propiedades fisicoquímicas y, en particular, con su comportamiento durante el almacenamiento poscosecha.

El propósito del presente trabajo es generar información científica sobre la influencia de almacenamiento poscosecha en las propiedades fisicoquímicas de los frutos nativos de mora, saúco, y tumbo provenientes del distrito de Acobamba, provincia de Tarma.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye el tiempo y la temperatura de almacenamiento poscosecha en las propiedades fisicoquímicas de los frutos nativos de mora (*Rubus ulmifolius*), saúco (*Sambucus nigra* subsp) y tumbo (*Passiflora mollissima*) procedentes del distrito de Acobamba, provincia de Tarma, Junín?

1.2. Justificación

En los últimos años, la humanidad ha mostrado un interés creciente por el consumo de productos andinos debido a sus

propiedades para tratar enfermedades y prevenir patologías. Entre estos, los frutos nativos destacan como recursos valiosos no solo por su elevado contenido de compuestos bioactivos, sino también por su contribución potencial a la seguridad alimentaria y al desarrollo económico de las comunidades agrícolas. A pesar de su relevancia, estos frutos, como el tumbo, la mora y el saúco, enfrentan importantes desafíos durante la etapa de poscosecha. Prácticas inadecuadas de manejo resultan en altas tasas de pérdida de calidad y cantidad, lo que afecta negativamente su valorización comercial.

En este contexto, la presente investigación se enfoca en evaluar los efectos del tiempo y la temperatura de almacenamiento poscosecha sobre la concentración de compuestos bioactivos y propiedades fisicoquímicas de estos frutos. Esto es esencial, ya que la demanda global por alimentos funcionales y saludables representa una oportunidad única para posicionar al Perú como líder en el mercado nacional e internacional. Sin embargo, la falta de estudios específicos sobre su conservación limita su aprovechamiento comercial y científico, así como su competitividad en cadenas de valor más amplias.

Factores como las condiciones climáticas, la altitud y las prácticas agrícolas locales tienen un impacto significativo en las propiedades de los frutos nativos, lo que subraya la necesidad de investigaciones contextualizadas. Este estudio busca generar información científica que permita identificar las condiciones óptimas de almacenamiento, prolongando su vida útil, preservando sus compuestos bioactivos y garantizando su calidad sensorial.

Este trabajo tiene un impacto social y económico directo en las comunidades agrícolas del distrito de Acobamba, provincia de Tarma, al fomentar prácticas de manejo poscosecha sostenibles. Dichas prácticas no solo benefician a los productores y comerciantes, sino que también contribuyen a reducir las pérdidas alimentarias y a mejorar la calidad de vida de los consumidores.

En última instancia, esta investigación promueve la integración

de la ciencia y la tecnología en el desarrollo rural, consolidando la importancia del cultivo de frutos nativos como un recurso estratégico para enfrentar los desafíos económicos y climáticos de la región andina. Así, se espera fortalecer la cadena de valor, posicionar estos productos en mercados competitivos y generar un impacto positivo en la sostenibilidad económica y ambiental de la región.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento poscosecha en las propiedades fisicoquímicas de los frutos nativos de mora (*Rubus ulmifolius*), saúco (*Sambucus nigra* subsp) y tumbo (*Passiflora mollissima*) procedentes del distrito de Acobamba, provincia de Tarma, Junín.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el comportamiento de las propiedades fisicoquímicas como pH, sólidos solubles totales, pérdida de peso, acidez titulable, índice de madurez parámetros de color (L^* , a^* , b^* , C) de los frutos nativos de mora (*Rubus ulmifolius*), saúco (*Sambucus nigra* subsp) y tumbo (*Passiflora mollissima*) durante el almacenamiento poscosecha a 3 °C en el distrito de Acobamba, provincia de Tarma.
2. Evaluar el comportamiento de las propiedades fisicoquímicas como pH, sólidos solubles totales, pérdida de peso, acidez titulable, índice de madurez, parámetros de color (L^* , a^* , b^* , C) de los frutos nativos de mora (*Rubus ulmifolius*), saúco (*Sambucus nigra* subsp) y tumbo (*Passiflora mollissima*) durante el almacenamiento poscosecha a 12 °C en el distrito de Acobamba, provincia de Tarma.
3. Evaluar el comportamiento de las propiedades fisicoquímicas como pH, sólidos solubles totales, pérdida de peso, acidez titulable, índice de madurez parámetros de color (L^* , a^* , b^* , C) de los frutos nativos de mora (*Rubus ulmifolius*), saúco (*Sambucus nigra* subsp) y tumbo (*Passiflora mollissima*)

durante el almacenamiento poscosecha a 18 °C en el distrito de Acobamba, provincia de Tarma.

1.4. Limitaciones

Este estudio se limita a tres frutos nativos producidos en el distrito de Acobamba, provincia de Tarma, la producción de estas frutas nativas es temporal y ocurre una vez por año lo que dificulta la recolección y almacenamiento. Las evaluaciones se realizaron para los frutos producidos en los campos agrícolas ubicados a una altitud de 2940 msnm.

Los resultados obtenidos son del estudio de dos factores como la temperatura: 3 °C, 12 °C y 18 °C y tiempo de almacenamiento: 4, 8, 12, 16, 20 días, en condiciones distintas, se reportan datos diferentes en cada uno de los frutos debido a la aceleración de la respiración de estos y su propia composición química.

02

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Antecedentes

Qi et al. (2020) analizaron cambios en los perfiles volátiles y la producción de etileno en manzana Fuji, almacenadas a bajas temperaturas durante 42 días. Las manzanas se almacenaron a 4°C, a partir del tercer día se tomaron tres frutas cada siete días. La producción de etileno de tres manzanas intactas se detectó por separado. Se seleccionaron al azar 8 rodajas, se congelaron rápidamente con nitrógeno líquido, se pulverizaron y se almacenaron a -80 °C. Se evaluaron producción de etileno, compuestos volátiles, contenido de sacarosa y acidez. Los frutos almacenados a 4 °C en el día siete presentaron 89% de ésteres de los compuestos aromáticos volátiles totales, este se redujo a 41% en el día 42, desde el tercer día hasta el decimocuarto el área total del pico de los componentes aromáticos volátiles aumentó y luego disminuyó lentamente, lo que resultó en una pérdida de sabor y calidad de la manzana. Durante 42 días de almacenamiento a baja temperatura el contenido total de los sacáridos no cambió significativamente. La producción se mantuvo en un nivel relativamente bajo durante los primeros 7 días, después de eso, aumentó bruscamente, luego disminuyó significativamente

hasta el día 21 y posteriormente el etileno disminuyó ligeramente; de esta manera, demostraron que a temperaturas bajas los frutos de manzana desarrollan compuestos aromáticos volátiles con cambios significativos.

Velásquez-Barreto et al. (2022) evaluaron el efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento poscosecha sobre las propiedades fisicoquímicas e índice de madurez de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana*). Los frutos fueron empacados y almacenados en oscuridad a temperaturas de 4 °C, 12 °C y 20 °C. Los parámetros de Brix, pH, acidez, índice de madurez y color (L^* , a^* , b^*) se evaluaron a los 0; 8; 17 y 27 días. A los 7 días de almacenamiento, los frutos almacenados a bajas temperaturas (4 °C) mostraron una ligera variación en su índice de madurez y presentaron una disminución en los parámetros L^* y b^* y un aumento en el parámetro a^* . El tiempo y la temperatura de almacenamiento después de la cosecha tuvieron un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre el Brix, el pH, la acidez, el índice de madurez y los parámetros de color de los frutos de aguaymanto.

Vargas et al. (2005) evaluaron el efecto del almacenamiento a bajas temperaturas sobre las principales características físicas y químicas de calidad de los frutos, después de su refrigeración y posterior maduración a temperatura ambiente. Se almacenaron los frutos a 4 °C y 16 °C \pm 2 °C en condiciones ambientales. Los principales resultados reportados fueron, la temperatura de 16 °C no influye en el proceso de maduración, logrando alargar la vida útil del fruto por 4 días, presentando un mayor porcentaje de maduración a diferencia del almacenamiento a 4 °C con el cual no se logra alargar la vida útil total de frutos, en tanto que el número de frutos dañados por el frío se incrementó notablemente al transcurrir el tiempo de almacenamiento.

Dayron et al. (2006) evaluaron la eficacia de dos tipos de películas plásticas en la conservación de la calidad de los frutos de mora de Castilla, cosechados en dos estados de madurez. Para ello, se inyectaron dos tipos de atmósfera en los empaques y se almacenaron

bajo condiciones de refrigeración. Se seleccionaron frutos con grados de madurez (GM) 3 y 5, los cuales fueron almacenados en atmósfera modificada compuesta por CO₂-O₂-N₂, en las siguientes concentraciones: 25%-5%-70%, 20%-10%-70% y 20%-10%-70%. Los frutos fueron colocados en empaques de polietileno de baja densidad (PEBD) y polipropileno (PP) calibre 2. Además, se almacenaron frutos sin empaque y sin atmósfera modificada. La temperatura de almacenamiento fue de 4 °C, con una humedad relativa entre 90% y 95%, y el tiempo de almacenamiento fue de 16 días. Los resultados muestran una disminución en las tasas respiratorias y en las pérdidas de peso de los frutos, en comparación con aquellos almacenados sin atmósfera modificada ni película plástica. El pH, los sólidos solubles totales y la relación de madurez aumentaron progresivamente, mientras que la acidez titulable disminuyó. Los frutos en el GM 5 mantuvieron su sabor durante los primeros 6 días de almacenamiento cuando se almacenaron en empaques de PEBD y una atmósfera modificada activa con una concentración de gases de 20% CO₂, 10% O₂ y 70% N₂. Un comportamiento similar se observó en los frutos del GM 3, almacenados en empaques de PP y en una atmósfera modificada activa con una concentración de 25% CO₂, 5% O₂ y 70% N₂. Finalmente concluyeron que los empaques con atmósferas modificadas activas reducen los procesos de maduración de la mora.

Tomar & Pradhan (2024) examinaron la influencia de la temperatura (6 °C y 25 °C) y el período de almacenamiento después de la cosecha en las características fisicoquímicas, tales como texturas, bioactivas y microestructurales de la fruta de amla. Los resultados demuestran que a temperatura ambiente (25 °C), la fructosa disminuyó un 15,79% debido a una mayor tasa de respiración, mientras que los sólidos solubles totales (TSS) aumentaron un 76,67% por pérdida de humedad (7,82%), sin relación con la maduración. El contenido de fenoles totales (TPC) incrementó un 28,23% a esta temperatura, mientras que las propiedades texturales mostraron mayor gomosidad asociada a una microestructura más compacta. En contraste, a baja temperatura (6 °C), las variaciones

en TSS, peso y humedad fueron mínimas, preservando la textura y estructura original con una leve reducción del TPC (6,58%). Los resultados subrayan que el almacenamiento a baja temperatura es clave para mantener la calidad y prolongar la vida útil de la fruta, concluye que la temperatura de almacenamiento tiene un impacto significativo en la calidad de la fruta de amla.

Kamble et al. (2024) evaluaron estrategias para mejorar la vida útil y calidad del aguacate. Se analizaron los efectos del almacenamiento a temperaturas bajas (5 °C, 9 °C y 12 °C, 90% a 95% HR) y el uso de tratamientos poscosecha (1-MCP a 500 ppb para regular la producción de etileno y quitosano 0,5%) como recubrimiento protector, para luego evaluar las actividades fisiológicas como pérdida de peso, respiración y producción de etileno; propiedades bioquímicas como contenido de carbohidratos, proteínas y grasas; actividad antioxidante como eliminación de radicales libres y capacidad de reducción férrica del plasma así como la evaluación de vida útil en días y calidad nutricional. Los frutos almacenados a 9 °C mostraron mejores resultados, con menor pérdida de peso fisiológico, respiración y producción de etileno, además de mayores niveles de carbohidratos, proteínas, grasas y antioxidantes, mientras que temperaturas inferiores a 5 °C causaron daño por frío. El tratamiento con 1-MCP a 9 °C prolongó la vida útil hasta 42 días, superando a los frutos tratados con quitosano (28 días) y los de control (21 días), manteniendo mejor calidad y mayor actividad antioxidante. Finalmente concluyeron, que la combinación de almacenamiento a 9 °C y 1-MCP es la más efectiva para extender la vida útil del aguacate con alta calidad nutricional.

Lata et al. (2024) determinaron la temperatura de almacenamiento óptima para prolongar la vida útil y preservar la calidad de la fruta del dragón de pulpa roja y blanca (pitaya). Se trabajó a condiciones de almacenamiento de temperatura ambiente, 25 ± 3 °C y $60 \pm 5\%$ HR) y 6 °C y 10 °C ($75 \pm 5\%$ HR) hasta 21 días, con evaluaciones en los días 0; 7; 14; 17 y 21. Se evaluaron la pérdida de peso, marchitamiento y amarilleamiento de brácteas, químicos y

nutricionales como contenidos de fenoles, flavonoides, azúcares totales, ácido ascórbico y actividad antioxidante y microbianos como el deterioro por microorganismos. Los resultados muestran que la vida útil fue de solo 7 días debido a una pérdida de peso 3,5 veces mayor que a 6 °C, mayor degradación de fenoles, flavonoides y actividad antioxidante (1,5 veces más que a 6 °C) así la reducción significativamente de la pérdida de peso y el deterioro, sin evidencias de daño por frío. Las frutas de pulpa roja y blanca tuvieron una vida útil de 14 y 17 días, respectivamente. Finalmente concluyeron, que el almacenamiento a 6 °C es óptimo para prolongar la vida útil de la fruta del dragón de pulpa roja y blanca, manteniendo una calidad superior y minimizando cambios negativos en parámetros físicos, químicos y nutricionales.

Jatoi et al. (2018) estudiaron la prolongación de la vida útil de las bayas de Goji mediante el uso de diferentes temperaturas de almacenamiento y evaluar su calidad bioquímica y sensorial tras el almacenamiento poscosecha. Se almacenaron a diferentes temperaturas (-2 °C, 0 °C, 10 °C y 20 °C) duración 12 días y se evaluaron las propiedades físicas como pérdida de peso, trastornos de la cáscara, agrietamiento, arrugamiento, sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT), y parámetros de color (CIE); también se evaluaron los fitoquímicos como polifenoles totales, actividad antioxidante (DPPH y ABTS) y β -caroteno, y parámetros sensoriales como apariencia, frescura y sanidad percibidas por los evaluadores. Los resultados muestran las bayas almacenadas a 0 °C y -2 °C presentaron las menores pérdidas de peso (13,08% y 14,95%, respectivamente); a 10 °C, la pérdida de peso fue mayor (18,29%), mientras que, a 20 °C, las frutas se deterioraron en un día debido a descomposición por hongos, el almacenamiento a -2 °C y 10 °C mostraron trastornos como agrietamiento, arrugamiento y daño en la cáscara. Se observaron diferencias significativas en parámetros como SST, AT, relación SST/AT, polifenoles totales, DPPH, ABTS y β -caroteno. Las antocianinas y variables de color (CIE) no mostraron cambios significativos. Las frutas almacenadas a 0 °C mantuvieron una apariencia fresca y saludable, recibiendo las mejores puntuaciones

en el análisis sensorial. El almacenamiento a 0 °C fue la opción más efectiva para prolongar la vida útil de las bayas de Goji, minimizando la pérdida de peso, manteniendo su calidad fitoquímica y obteniendo las mejores evaluaciones sensoriales. Aunque temperaturas como -2 °C y 10 °C permitieron un almacenamiento razonable, mostraron ciertos trastornos físicos. El estudio recomienda 0 °C como la temperatura óptima para la conservación poscosecha de este importante producto hortícola.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Frutos nativos

Los frutos nativos son una parte esencial de la dieta en diversas comunidades y poseen un valor económico significativo para pequeños productores. Sin embargo, su conservación poscosecha presenta desafíos debido a su alta perecibilidad. La investigación sobre la fisiología y tecnología poscosecha de estos frutos es crucial para mejorar su calidad, prolongar su vida útil y minimizar pérdidas (Infante et al., 2016).

2.2.2. Fisiología y tecnología poscosecha

Cambios durante la maduración: Los frutos como el sapote mamey experimentan cambios en atributos de calidad durante la maduración, incluyendo color, sólidos solubles totales, firmeza, contenido de agua, azúcares y carotenoides. Estos cambios son críticos para determinar el momento óptimo de cosecha y almacenamiento (Alia-Tejagal et al., 2007).

Conservación y almacenamiento: La temperatura de almacenamiento es un factor clave para mantener la calidad de los frutos nativos. Por ejemplo, el murici (*Byrsonima pachyphylla* A. Juss.) del Cerrado brasileño mostró una alta capacidad antioxidante durante el almacenamiento refrigerado, aunque el contenido de ácido ascórbico disminuyó (Belisário et al., 2020). En el caso de la uvaia (*Eugenia pyriformis*), la cosecha temprana afectó negativamente el aroma y el contenido de sólidos solubles totales, pero prolongó la vida útil (Freitas et al., 2019).

2.2.2.1. Tumbo

El tumbo (*Passiflora mollissima*), perteneciente a la familia Passifloraceae, es una planta trepadora del género *Passiflora*, planta originaria de América del Sur y ampliamente conocida en los países de Colombia, Ecuador, Venezuela, Perú, Bolivia y norte de Chile (Tapia & Campos, 2016). Esta especie se distingue por características morfológicas y fisiológicas únicas, que se pueden cultivar desde los 1500 msnm hasta los 3500 msnm pertenece al subgénero *Tacsonia*, es semileñosa y considerada una planta trepadora, de hipantio largo, cuya corona es reducida.

Según Rodríguez et al. (2020) mencionaron que los órganos del tumbo son descritos de la siguiente manera: posee raíces fibrosas con múltiples ramificaciones, su tallo es semileñoso cilíndrico y de ramas lisas o pubescentes y angulares, su color varía, siendo un verde oscuro en el haz y más claro del envés, las flores son hermafroditas y pueden ser péndulas o erectas, caracterizándose por tener cinco pétalos que pueden ser de colores rojo, rosado o blanco, la corona se presenta en forma de tubérculos o filamentos, y el androginóforo sostiene los órganos reproductivos masculinos y femeninos, todo ello cubierto por un hipantio que también soporta el perianto; las brácteas pueden estar adheridas o ser independientes del hipantio.

En cuanto al pedúnculo, este varía en longitud, desde corto hasta largo, alcanzando hasta 1 metro de altura; el fruto se clasifica como una baya que puede ser oblonga o redonda, presentando colores que oscilan entre amarillo, rojo o verde amarillento, su pulpa, o arilo, es de un color que va desde el amarillo anaranjado hasta el amarillo pálido, con un pH que fluctúa entre 2 y 4; además, contiene más de 100 semillas de color negro a marrón, las cuales son de tamaño pequeño a mediano (Rodríguez et al., 2020), en la Figura 1 se muestran las principales características físicas del desarrollo de la planta de tumbo.

FIGURA 1

Fruto de tumbo



Nota. a (fruto), b (planta) c (pulpa) y d (flor). Fotografías tomadas en los campos agrícolas de Huaracayo del distrito de Acobamba - Tarma.

En la Tabla 1 se muestra la composición fisicoquímica de los frutos de tumbo, se han encontrado concentraciones considerables de la vitamina C, este componente se pierde durante la etapa de la poscosecha debido al inadecuado manejo.

Tabla 1

Composición química proximal del tumbo

Componente	En 100 g de peso fresco
Energía (kcal)	50,0–60,0
Agua (%)	84,0–86,0
Proteínas (%)	0,7–1,0
Grasas (%)	0,1–0,4
Carbohidratos (%)	11,0–12,5
Fibra (%)	2,0–2,3
Cenizas (%)	0,5–0,7
Vitamina C (mg)	20,0–25,0

Nota. Los datos fueron obtenidos de Chaparro-Rojas et al. (2014), Vera & Rufasto (2020) y Conde-Martínez et al. (2014)

2.2.2.2. Mora

Las moras (*Rubus fruticosus L.*) es una fruta fuente de compuestos bioactivos, su consumo es como fruta fresca, también como ingrediente en platos cocinados, ensaladas y productos de panadería como mermeladas, snacks, postres y conservas de frutas.

Entre su composición contiene vitaminas, esteroides y lípidos en el aceite de semilla y minerales, flavonoides, glucósidos, terpenos, ácidos y taninos; su composición está influenciada por las condiciones ambientales de la zona, las prácticas agronómicas empleadas, el momento de la cosecha, el almacenamiento poscosecha y las técnicas de procesamiento que influyen en la composición nutricional de la mora (Zia-Ul-Haq et al., 2014).

En la Figura 2 muestra las principales características físicas del desarrollo de moras.

Figura 2

Desarrollo de frutos de moras



Nota. a (planta), b (racimo de fruto) y c (fruto). Fotografías tomadas en los campos agrícolas de Huaracayo del distrito de Acobamba -Tarma.

Los frutos de mora han demostrado tener concentraciones deseables de nutrientes y compuestos según la Tabla 2.

Tabla 2

Composición químico proximal de mora

Parámetro	En 100 g peso fresco
Energía (Kcal)	43,00
Carbohidratos (%)	9,61
Grasa total (%)	0,49
Proteína (%)	1,39
Sólidos solubles totales (%)	11,96
Ceniza (%)	0,29
Acidez titulable (%)	1,36
Azúcares totales (%)	5,36
Proteínas (%)	1,40

Nota. Datos obtenidos de Stajčić et al. (2012)

2.2.2.3. Saúco

El género *Sambucus* (*Sambucus nigra subsp.*), conocido comúnmente como saúco, abarca un rango de entre cinco y treinta especies, que pertenecen a la familia Adoxaceae. Este género se encuentra distribuido en zonas que van desde climas templados hasta subtropicales en ambos hemisferios, aunque su predominio es mayor en el hemisferio norte. En contraste, en el hemisferio sur su presencia está restringida principalmente a Oceanía y América del Sur. Los frutos del saúco son drupas de forma esférica, dispuestas en corimbos que contienen varias decenas de unidades. Su color varía según el grado de maduración, comenzando como verdes y, al alcanzar su completa madurez, adquieren tonalidades de negro y violeta (Nurzyńska-Wierdak, 2016; Siudem, 2023; Wierzbicki, 2002). Los frutos, por su parte, son bayas esféricas de 5 a 6 mm de diámetro que comienzan siendo verdes y se tornan rojinegras al madurar, agrupadas en racimos que pesan entre 180 y 415 g.

Numerosas investigaciones han revelado que tanto los frutos como

las flores son una fuente rica de nutrientes y contienen diversos compuestos bioactivos, tales como polifenoles y antocianinas. Estos compuestos confieren a las bayas del saúco una destacada capacidad antioxidante, que contribuye de manera significativa a sus beneficios para la salud. Se ha demostrado que estos frutos poseen principalmente propiedades antibacterianas y antivirales, además de influir en la reducción de niveles de azúcar y lípidos en sangre. Asimismo, exhiben potenciales efectos antidepresivos y antitumorales. A pesar de que la mayoría de los estudios se han centrado en su acción antiviral, existe una necesidad apremiante de continuar investigando el amplio espectro de propiedades terapéuticas de esta planta. En un contexto donde los alimentos naturales y orgánicos son cada vez más demandados, la inclusión del saúco como un ingrediente funcional en productos alimenticios se alinea perfectamente con estas tendencias, mostrando un gran potencial para consolidarse como un componente clave de una dieta saludable (Młynarczyk et al., 2018). En la Figura 3 se muestran las principales características de la planta de producción de saúco.

Figura 3

Características de la planta del fruto de saúco



Nota. a (planta), b (racimo de fruto) y c (fruto). Fotografías tomadas en los campos agrícolas de Huaracayo del distrito de Acobamba -Tarma.

Los frutos de saúco han demostrado tener concentraciones deseables de nutrientes y compuestos según la Tabla 3.

Tabla 3

Composición químico proximal de saúco

Compuestos	En 100 g peso fresco
Energía (Kcal)	89,43
Carbohidratos totales (%)	18,40
Fibra alimentaria (%)	7,00
Proteínas (%)	2,72
Agua (%)	79,80
Flavonoides totales (mg RUTE/g extracto)	263,50
Compuestos fenólicos totales (mg GAE/g extracto)	18,90
Acidez titulable (mg de ácido málico/g de extracto)	0,37
Antocianinas (mg/g de extracto)	149,78

Nota. Los datos fueron obtenidos de Criollo (2021) y Przybylska-Balcerek et al (2021).

El estudio realizado por Barak et al. (2001) encontraron que el saúco fue utilizado en la medicina tradicional durante varios siglos, se ha identificado que contiene aceites esenciales, taninos, ácidos orgánicos, alcaloides, azúcares, gran cantidad de vitamina C, y varios glucósidos como la rutina y la sambunigrina, estudios preliminares han sugerido que el saúco podría tener efectos positivos en el tratamiento de la gripe, alergias, y en el alivio de afecciones del sistema respiratorio en general, además, se le atribuyen propiedades terapéuticas para tratar problemas de vejiga y próstata, hidropesía, infecciones bucales y de garganta, así como efectos antipalúdicos, purgantes, depurativos, antirreumáticos y para la tos.

1.0.1.1. El color en los frutos

El color de los alimentos es una característica fundamental para determinar su calidad. Desde un enfoque técnico, se define como la percepción mental generada por el estímulo de una radiación visible en la retina, que luego es transmitido al cerebro a través del nervio

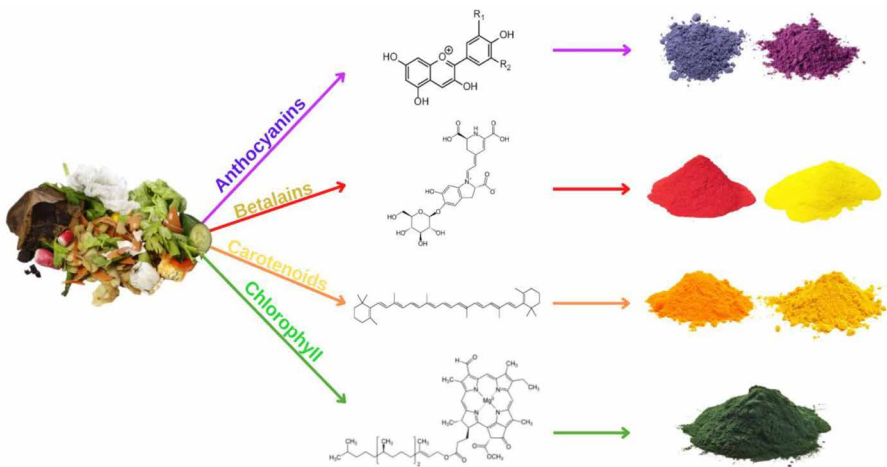
óptico. Este proceso, estrechamente vinculado al sistema nervioso, influye directamente en la preferencia de los consumidores por ciertos alimentos (Valdes Restrepo et al., 2023).

Los pigmentos encargados del color en los alimentos no solo proporcionan un atractivo visual, sino que también influyen en nuestra salud de múltiples formas, desde potenciar la salud del corazón hasta mejorar el aspecto de la piel o relajar los músculos. Por lo tanto, en los alimentos predominan los colores más destacados: rojos, verdes, amarillos, azules y naranjas. Según 'Aqilah et al. (2023) los pigmentos naturales son atribuidos a compuestos como las antocianinas, las betalaínas, los carotenoides y las clorofilas.

En la Figura 4 se muestran los principales pigmentos naturales relacionados con los compuestos bioactivos.

Figura 4

Relación entre el color y los compuestos bioactivos.



Nota. Imagen tomada de 'Aqilah et al. (2023) de su obra sobre los componentes bioactivos potenciales en desechos de frutas y verduras como productos de valor agregado en la industria alimentaria

La relevancia del color como un criterio clave para evaluar físicamente y garantizar la calidad de los alimentos hace indispensable contar con métodos de medición objetivos, que ofrezcan resultados consistentes y comparables. Diversos factores influyen en el color, como la iluminación, el observador, el espectro de luz, los pigmentos presentes y características de la muestra, como su superficie, tamaño, textura y brillo. Dado el creciente énfasis en cumplir con normas estrictas de calidad y seguridad alimentaria, se vuelve esencial implementar métodos de evaluación precisos, rápidos y objetivos. En este contexto, los sistemas computarizados de visión representan una alternativa eficiente, automatizada, no destructiva y económica para satisfacer estos requerimientos (Mathias-Rettig & Ah-Hen, 2014).

2.2.3. Manejo poscosecha.

Según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2029), el manejo poscosecha es un conjunto de prácticas y técnicas destinadas a gestionar de manera óptima la conservación de los productos agrícolas, con el fin de asegurar su calidad para la comercialización o el consumo. Los principales objetivos de la poscosecha incluyen: mantener la integridad física y la calidad de los productos, así como garantizar su preservación por períodos prolongados, evitando la pérdida de su valor nutritivo y comercial.

Para entender este proceso es necesario conocer los procesos fisiológicos durante esta etapa, en el caso de los productos frescos, estos procesos continúan incluso después de su recolección, aunque de manera alterada. Dado que, una vez cosechados, los productos ya no pueden reponer nutrientes ni agua, deben depender de sus reservas internas. A medida que estas reservas se agotan, se inicia un proceso de envejecimiento que eventualmente conduce a la descomposición y putrefacción. Este deterioro fisiológico natural ocurre incluso si los productos no son atacados por organismos que causan putrefacción, volviéndose inadecuados para el consumo. Los principales procesos fisiológicos responsables de este envejecimiento son la respiración y la transpiración que aceleran la degradación (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2029).

El proceso de la respiración es donde se desarrolla una oxidación biológica, las moléculas como el almidón, los azúcares y los ácidos orgánicos, se descomponen mediante oxidación en moléculas más simples, como el dióxido de carbono (CO₂) y el agua (H₂O). Este proceso catabólico genera energía y moléculas intermedias esenciales para mantener las numerosas reacciones anabólicas que sostienen la organización celular y la integridad de las membranas de las células vivas. La ecuación global que describe la respiración aeróbica cuando una hexosa, como la glucosa, se utiliza como sustrato es la siguiente:



a) Principales alteraciones durante la etapa de la poscosecha

Durante la maduración de los frutos, se producen transformaciones organolépticas significativas, principalmente en el sabor y el aroma, como resultado de variaciones en la concentración y modificación de diversas sustancias, tales como carbohidratos, ácidos, taninos y compuestos orgánicos volátiles. Según Wills (1999) durante esta etapa el fruto sufre una serie de cambios fisicoquímicos, entre estos cambios se muestran:

- **Cambio de color:** La pérdida de la clorofila por procesos químicos o enzimáticos. Los pigmentos carotenoides (naranja y amarillo) y antocianinas (azul, rojo) no están cubiertos, también habrá nueva producción de pigmentos, el color es un cambio notable que experimentan muchas frutas durante la maduración y, a menudo, es el factor principal que utiliza el consumidor para determinar si una fruta está madura o no.
- **Pérdida de firmeza:** La destrucción de protopectinas débiles que se convierten en pectinas solubles, cuya pulpa tendrá menos fuerza cuando el fruto esté maduro. Durante la maduración, la estabilidad general de la semilla disminuye debido a las enzimas que actúan sobre la pared celular, dándole un carácter duro. La consistencia está directamente

ligada a la textura, se refiere a las características percibidas por el sentido del tacto, las enzimas responsables del proceso de ablandamiento de la fruta son la poligalacturonasa o pectinasa y la pectina metilesterasa.

- **Pérdida de peso:** Los frutos experimentan una pérdida de peso, principalmente debido a la pérdida de agua, este fenómeno también contribuye a otros cambios como la pérdida de firmeza, el arrugamiento superficial y el ablandamiento de la fruta, la reducción en el peso afecta tanto la apariencia como la calidad general del fruto.
- **Hidratos de carbono:** Durante el proceso de maduración, los carbohidratos complejos, como el almidón y las hemicelulosas, se degradan, dando lugar a la casi completa conversión del almidón en azúcares, este cambio es uno de los más importantes en términos cuantitativos, ya que influye directamente tanto en el sabor como en la textura del fruto (Albi & Gutiérrez, 1991) . Inicialmente, este proceso mejora la textura debido al ablandamiento del fruto, pero si la degradación es excesiva, puede llevar a una pérdida de firmeza no deseada. Aunque parte de los azúcares se consumen durante la respiración, el contenido de azúcares aumenta, lo que hace que el fruto sea más dulce y agradable al paladar, este incremento proviene de la hidrólisis del almidón y de las hemicelulosas presentes en las paredes celulares. La degradación del almidón en azúcares solubles, como glucosa, sacarosa y fructosa, es uno de los cambios más comunes en frutos climatéricos y está influenciada por la condición fisiológica, la temperatura y el tiempo de almacenamiento. Dado que el dulzor de estos azúcares varía, no siempre existe una correlación directa entre el sabor dulce y el contenido de sólidos solubles totales en los frutos (Wills, 1999).
- **Ácidos:** Los frutos maduran, los ácidos orgánicos, que

alcanzan su máximo durante el crecimiento en el árbol, comienzan a degradarse o a convertirse en azúcares, lo que provoca una disminución de la acidez, este descenso en la acidez, acompañado del aumento de los azúcares es responsable de la dulzura, característica de los frutos maduros. En promedio, la acidez de los frutos maduros alcanza un valor de 3 miliequivalentes por cada 100 gramos de fruta.

- **Sustancias volátiles:** Los compuestos orgánicos volátiles que se generan durante la maduración fisiológica y organoléptica de los frutos son los principales responsables de su aroma característico. Estos compuestos que incluyen ésteres, alcoholes, aldehídos y cetonas, tienen un impacto significativo en la calidad sensorial del fruto. Aunque representan una pequeña fracción del carbono total emitido por los frutos, su variación en concentración junto con el contenido de azúcares, ácidos y taninos, son cruciales para el desarrollo del aroma y sabor. Entre los compuestos no volátiles que influyen en el sabor destacan los flavonoides que son fenólicos astringentes y cuya concentración disminuye durante la maduración (Wills, 1999).

Los cambios fisiológicos más destacados incluyen la actividad respiratoria y el ritmo de producción de etileno, los cuales son determinantes en el proceso de maduración, teniendo como consecuencia la pérdida de vitamina C, disminución de minerales y un incremento en la síntesis proteica debido a la activación de diversas enzimas, estas modificaciones varían según la variedad del fruto, factores agronómicos y climáticos (Wills, 1999).

2.2.4. Oportunidades de comercialización y exportación de frutos nativos

El Perú, gracias a su rica biodiversidad y diversidad climática, es una fuente inagotable de productos agrícolas de alto valor comercial, incluyendo una amplia variedad de frutos nativos. Entre ellos, el

tumbo (*Passiflora mollissima*), la mora (*Rubus ulmifolius*) y el saúco (*Sambucus nigra* subsp.) destacan no solo por sus características organolépticas y nutritivas, sino también por su creciente reconocimiento en mercados nacionales e internacionales. Estos frutos, ricos en compuestos bioactivos como antioxidantes, vitaminas y minerales, tienen un potencial significativo para posicionarse como productos funcionales en la industria alimentaria y cosmética.

Perú está experimentando el crecimiento considerable de sus exportaciones de productos agrícolas, llamado biocomercio, esto se debe a la variada geografía y microclimas que posee el país, esto le permite cultivar una gran variedad de frutas durante todo el año. Entre los productos con mayor potencial de exportación se encuentran frutos de maracuyá, las granadillas variedades de passifloras y los berries como arándanos, moras, aguaymanto y frambuesas. Actualmente el Perú es uno de los mayores exportadores de arándanos a Estados Unidos, cuya demanda en los mercados internacionales sigue en aumento. Este se ha explorado las oportunidades comerciales para la exportación de frutas de la pasión y berries peruanos, analizando los mercados objetivo, tendencias de consumo y desafíos (ComexPerú, 2022; El Peruano, 2023).

2.2.4.1. Situación actual de la exportación de berries y passifloras

De acuerdo al arancel de aduanas, corresponde la subpartida nacional que pertenece al capítulo 8 de Frutas y frutos comestibles; cortezas de agrios (cítricos), melones o sandías; su partida del sistema armonizado 08.10 Las demás frutas u otros frutos, frescos; en las Tablas 4; 5 y 6 se muestran las partidas arancelarias y los principales mercados de exportación:

Tabla 4*Partidas Arancelarias relacionadas con los berries y passifloras*

Sub Partida Nacional	Descripción
0810 200000	Frambuesas, zarzamoras, moras y moras-frambuesa
0810 300000	Grosellas negras, blancas o rojas y grosellas espinosas
0810 100000	Fresas (frutillas)
0810 400000	Arándanos rojos, mirtilos y demás frutos del género <i>Vaccinium</i>
0810 901000	Granadilla, maracuyá (parchita) y demás frutas de la pasión (<i>Passiflora spp</i>)

Nota. Obtenidos del arancel de aduanas MEF (2022).

Tabla 5*Determinación de partida arancelaria por producto nativo de Acobamba*

Producto	Sub Partida Nacional	Descripción
Tumbo	0810 901000	Granadilla, maracuyá (parchita) y demás frutas de la pasión (<i>Passiflora spp</i>)
Saúco	0810 400000	Arándanos rojos, mirtilos y demás frutos del género <i>Vaccinium</i>
Mora	0810 200000	Frambuesas, zarzamoras, moras y moras-frambuesa

Tabla 6

Principales mercados de exportación de las partidas arancelarias 081010; 081020; 081030; 081040 (berries) en millones de dólares

Mercados	2019	2020	2021	2022	2023	Participación (%) 2023	Variación (%) 23/22
Estados Unidos	462	546	630	693	958	57,26	38,3
Países Bajos (Holanda)	179	255	276	296	347	20,71	17,0
China	70	75	66	133	133	7,96	0,1
Reino Unido	64	69	68	71	81	4,82	13,8
Hong Kong	17	43	104	79	84	5,05	7,1
Brasil	1	1	1	1	4	0,27	220,1
Tailandia	1	2	2	4	6	0,33	51,9
Irlanda (Eire)	0	0	1	1	1	0,04	-49,7
Singapur	1	3	1	1	2	0,13	109,2
Taiwan		2	2	10	10	0,62	5,4
Chile	0	0	0	1	1	0,08	109,0
España	9	7	10	14	11	0,68	-15,9
Canadá	8	9	16	11	15	0,91	41,8
Costa Rica	0	0	1	1	1	0,07	5,6
Israel				0	1	0,06	391,8

Nota. Datos obtenidos por partidas arancelarias de exportemos.pe (Promperú, 2024).

Estados Unidos es nuestro socio más importante para la comercialización de las partidas arancelarias de 081010; 081020; 081030 y 081040, representando más de 57% de las exportaciones totales del 2023, por más de \$958 millones de dólares. El crecimiento del 2023 fue del 38,3% en comparación al 2022. Esto indica que existe una creciente demanda para los productos berries donde se encuentran las moras y el saúco. Este aumento se debe a factores como la reactivación económica y las fuertes relaciones económicas con el Tratado de Libre Comercio que ha suscrito nuestro país con Estados Unidos. Países Bajos es el segundo mercado, de los berries con una participación de más del 20% de las exportaciones de las partidas.

Sin embargo, el crecimiento con respecto al 2022 fue de 17% que es considerable. Se debe resaltar la importación de Países Bajos como un centro logístico en Europa.

Tabla 7

Principales mercados de exportación de las partidas arancelarias 081090 (passifloras) en miles de dólares

Mercados	2019	2020	2021	2022	2023	Participación (%) 2023	Variación (%) 23/22
Países Bajos (Holanda)	175	50	1.843	608	261	28,28	-57,0
Italia	99	83	123	216	190	20,59	-11,7
Reino Unido		12	6		42	4,59	100,0
España	168	32	36	47	68	7,33	43,2
Alemania	6	5	29	10	23	2,45	130,2
Canadá	117	52	2	16	20	2,14	21,0
Francia	81	284	199	28	12	1,32	-56,5
Suiza	1	7	7	5	4	0,39	-27,8
Emiratos Árabes Unidos	0		0	20	2	0,23	-89,7
Aruba	12	3	6	5	2	0,22	-55,5

Nota. Datos obtenidos de las partidas arancelarias de exportemos.pe (Promperú, 2024)

Países Bajos es el principal destino de las exportaciones peruanas de la partida 081090 el 2023, que representa el 28,28% del total de las exportaciones, pero con caída del 57% en comparación al 2022 con respecto al 2023. A pesar de esta caída, sigue siendo el destino más importante, Italia es el segundo destino de exportación que representa el 20,59% del 2023. También tuvo una caída del 11,7% en comparación con el año 2022. Sin embargo, se deberá mejorar las estrategias comerciales para recuperar la participación en el mercado internacional (Promperú, 2024).

2.2.4.2. Principales mercados de exportación

La Figura 5 presenta los mercados de exportación más importantes para los frutos de Perú, resaltando lugares importantes

como Estados Unidos, Países Bajos, China y España. Estos países constituyen mercados clave para productos tales como el tumbo, la mora y el saúco. La ilustración contiene íconos de los frutos vinculados a cada zona, destacando la variedad y el valor comercial de estas especies en los mercados globales.

- **Estados Unidos**

Es un mercado crucial para las exportaciones peruanas, especialmente para productos como las uvas y los arándanos. Las exportaciones de arándanos a este país han mostrado un crecimiento impresionante, con un aumento promedio anual del 115,03% (Montes et al., 2024). Además, las uvas frescas también han tenido un desempeño destacado, alcanzando el 49% de las exportaciones peruanas de uvas en 2021 (Ramirez et al., 2022).

- **Países Bajos**

Los Países Bajos son otro mercado importante para las exportaciones peruanas, especialmente para productos como los aguacates y las uvas. Este país ha sido identificado como un mercado atractivo para el aguacate Hass peruano, debido a su creciente demanda y las características favorables del producto (Cárdenas, 2016). Además, los Países Bajos representan el 15% de las agroexportaciones peruanas, destacándose en productos como las uvas y los arándanos (Coayla & Bedón, 2020).

- **China**

Aunque no se menciona específicamente en los estudios proporcionados, China es un mercado emergente para las exportaciones peruanas, especialmente en el contexto de la diversificación de mercados. La expansión hacia mercados asiáticos es una estrategia recomendada para reducir la dependencia de mercados tradicionales y aumentar la competitividad (Montes et al., 2024).

- **España**

España, al igual que otros países europeos, es un mercado relevante para las exportaciones de frutas peruanas. La eliminación

de aranceles y el aumento del consumo de frutas como el mango han sido facilitados por acuerdos comerciales, lo que ha incrementado las exportaciones a países europeos (Carlín, 2017).

Figura 5

Principales mercados de exportación de los frutos nativos del Perú



Nota. Imagen elaborada en base a los datos de la Tabla 6 y 7; principales mercados de exportaciones de berries y passifloras.

El análisis realizado en los párrafos anteriores destaca el gran potencial comercial de los frutos nativos como el tumbo, la mora y el saúco, tanto en mercados nacionales como internacionales. Este

potencial está sustentado en su riqueza en compuestos bioactivos, sus características organolépticas únicas y la creciente demanda de productos naturales y funcionales. Sin embargo, se identifican desafíos críticos en términos de manejo poscosecha, preservación de calidad durante el transporte y adaptación a normativas internacionales.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de continuar investigando estrategias innovadoras para mejorar la conservación poscosecha de estos frutos. Entre las líneas futuras de investigación se sugiere:

- Evaluar tecnologías emergentes, como atmósferas modificadas y controladas, irradiación o tratamientos con recubrimientos naturales, para prolongar la vida útil y preservar los compuestos bioactivos.
- Estudiar la viabilidad de cadenas de frío optimizadas para transporte y exportación, especialmente hacia mercados lejanos como Europa o Asia.
- Desarrollar modelos de predicción para el comportamiento fisicoquímico de los frutos bajo diferentes condiciones de almacenamiento y transporte.
- Analizar el impacto ambiental y socioeconómico de la producción y exportación de estos frutos, con enfoque en prácticas sostenibles que beneficien a las comunidades productoras.

Estas investigaciones no solo contribuirán a consolidar la posición del Perú como exportador de frutos nativos de alta calidad, sino también a generar beneficios económicos y sociales para las regiones productoras, como el distrito de Acobamba, provincia de Tarma.

2.3. Bases conceptuales

a) **Vida útil.** - El término de vida útil se está utilizando para

denominar el período de tiempo durante el cual un producto, especialmente alimentos frescos, puede mantener la calidad, la inocuidad, la seguridad y otras características sensoriales aceptables para ser consumido. La vida útil tiene un impacto significativo en la industria alimentaria; abordando la satisfacción del consumidor y la rentabilidad comercial, así mismo la vida útil se potencializa con prácticas poscosecha adecuadas y la aplicación de tecnologías destinadas a la degradación retardada y mejora de la calidad del producto (Alapont et al., 2020).

- b) **Calidad poscosecha.** - Se refiere a los atributos físicos, químicos, sensoriales y microbiológicos que determinan el valor y la aceptabilidad de los productos agrícolas después de la cosecha. La calidad poscosecha se ve condicionada por la madurez del producto, por la manipulación y el ambiente en el que se almacena y transporta el producto, cuando se conserva la calidad poscosecha, evitamos pérdidas, daños y aseguramos que los productos lleguen al consumidor en condiciones óptimas, manteniendo textura, sabor, color, valor nutricional y ausencia de contaminantes (Gómez & Camelo, 2002).

- c) **Degradación fisicoquímica.** - La degradación fisicoquímica implica cambios estructurales y químicos en los alimentos durante el almacenamiento que influyen en la calidad y estabilidad, manifestándose en la oxidación de lípidos, hidrólisis de proteínas, pérdida de humedad – deshidratación, cambios en la textura, en el color y las reacciones enzimáticas que aceleran la descomposición. La degradación fisicoquímica es propensa a los efectos del oxígeno, la luz, la temperatura y la humedad; estando directamente relacionada con una disminución en la vida útil, también afectando a la calidad sensorial y nutricional del producto (Alcalde & Pozo, 2005).

- d) **Temperaturas frías.** - Se utilizan a menudo en la conservación de alimentos para retrasar los procesos de descomposición,

como la respiración, la sudoración y la actividad microbiana en los productos frescos; si se reduce la temperatura de almacenamiento se puede reducir la tasa de reacciones químicas y biológicas que causan deterioro. En la poscosecha, el uso de bajas temperaturas (almacenamiento en frío o refrigeración) es una estrategia importante para extender la vida útil de los productos agrícolas y mantener la calidad durante el transporte y almacenamiento; sin embargo, un manejo inadecuado de bajas temperaturas puede causar que algunos productos sensibles sufran daños por congelación (USDA, 2006).

2.4. Hipótesis de investigación

El tiempo y temperatura de almacenamiento poscosecha afectan significativamente en las propiedades fisicoquímicas de los frutos nativos de mora (*Rubus ulmifolius*), saúco (*Sambucus nigra* subsp) y tumbo (*Passiflora mollissima*) procedentes del distrito de Acobamba, provincia de Tarma, Junín.

03

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y nivel de investigación

El presente trabajo de investigación se clasifica dentro de una investigación de tipo experimental de nivel explicativo debido a que se manipulan las variables de temperatura y tiempo de almacenamiento para posteriormente explicar la influencia en las propiedades fisicoquímicas de los frutos nativos.

3.2. Métodos de investigación

Con la finalidad de poder abordar los objetivos, se emplearon dos métodos principales:

1. Método experimental: se trabajaron con temperaturas de 3 °C, 12 °C y 18 °C y una evaluación de la propiedades fisicoquímicas y parámetro de color a los días 0; 4; 8; 12; 16; 20; y 24; posteriormente se utilizó un diseño factorial, para evaluar sus efectos sobre las características fisicoquímicas de los frutos.
2. Método analítico: Permitió evaluar el efecto del tiempo

y temperatura de almacenamiento en las propiedades fisicoquímicas de los frutos.

3.3. Diseño de la investigación

Se realizó un diseño factorial con dos factores (tiempo y temperatura de almacenamiento poscosecha), según el esquema mostrado en la Figura 6.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Estuvo constituido por los frutos de mora, saúco y tumbo cosechados de los campos agrícolas del distrito de Acobamba, provincia de Tarma, Junín.

3.4.2. Muestra

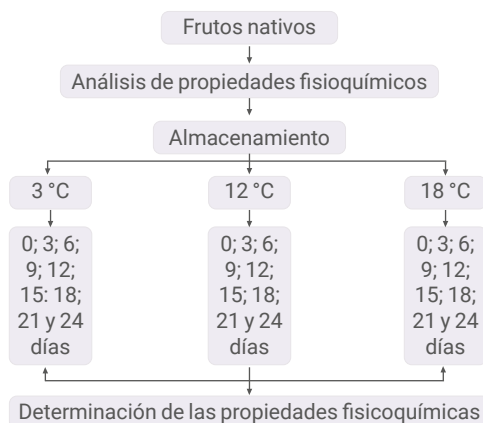
La muestra estuvo conformada por 5 kg de cada fruto previamente seleccionados procedentes de los campos agrícolas del Centro Poblado de Huaracayo del distrito de Acobamba, provincia de Tarma, Junín.

3.5. Técnicas de muestreo

El método utilizado fue muestreo probabilístico al azar.

Figura 6

Diseño experimental del proyecto



3.6. Instrumentos y Técnicas de recopilación de datos

3.6.1. Determinación de pérdida de peso

Para evaluar la pérdida de peso se siguieron los procedimientos recomendados por Tirado et al. (2015). Se pesó la muestra antes de ser almacenado registrando el peso cada cuatro días, para luego aplicar la siguiente fórmula:

$$\% PP = (x_1 - x_n) / x_1 * 100$$

Dónde:

% PP : Porcentaje de la pérdida de peso

x_1 : Peso inicial (g)

x_n : Peso al día de almacenamiento (g)

3.6.2. Determinación de pH

Para evaluar el pH se utilizó un pH-metro de marca HANNA modelo HI 8424 y se utilizó los procedimientos de AOAC (2016), para ello se tomó aproximadamente 25 mL de muestra en un recipiente (vaso precipitado) de 100 mL, previamente calibrado el pH-metro con agua destilada, se introdujo los electrodos en el vaso y se anotó los valores mostrados en el pH-metro.

3.6.3. Determinación de acidez total

Para determinar acidez titulable en % ácido málico se siguió el procedimiento establecido por AOAC (2023), para ello se extrajo el zumo de las muestras y estas fueron filtradas mediante papel filtro. Esta muestra se diluyó con agua destilada hasta conseguir claramente el cambio de color de la titulación. La titulación se realizó con la solución de NaOH a 0,1 N para ello se emplearon 3 gotas de fenolftaleína hasta conseguir un viraje a un color rosa pálido que duró aproximadamente unos 30 s. Para el cálculo se reemplazaron datos en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ acidez titulable} = G * C * M * Fm * Z$$

Donde:

G = consumo de valorante [mL]

C = concentración del hidróxido [mol/L]

M = masa molar del analito [g/mol]

m = tamaño de la muestra [mL]

Z = número equivalente del analito

F = factor de dilución

3.6.4. Determinación de sólidos solubles totales (°Brix)

Se trituró la fruta para extraer el zumo y se filtró con algodón sobre un embudo, se descartó las primeras gotas, luego se colocó de 2 a 3 gotas sobre el prisma del refractómetro; se hizo la lectura a 20 °C, en términos de índice de refracción y concentración de sólidos solubles totales, se utilizó el refractómetro manual de azúcar (AOAC, 2023).

3.6.5. Determinación del índice de madurez (IM)

Para la determinación del índice de madurez se siguió la metodología planteada por Fischer & Martínez (2011), utilizando la siguiente fórmula:

$$IM = \frac{(S.S)}{(A.T)}$$

Donde:

S.S = Sólidos solubles totales (°Brix)

A.T = Acidez total (%)

3.6.6. Determinación de los parámetros de color

El análisis del color se realizó utilizando un colorímetro (Konica Minolta Co., Ltd., Osaka, Japón). Este equipo fue calibrado y las muestras se colocaron sobre la placa de fondo blanco estándar y se procedió a tomar las lecturas en puntos diferentes. Los parámetros de color, considerados para su medición fueron L* (luminosidad), a* (componente rojo-verde, rojo para valores positivos y verde para los valores negativos) y b* (componente amarillo azul; amarillo para los valores positivos y azul para los valores negativos).

Para hallar el croma se utilizó la siguiente fórmula, que expresa la intensidad o saturación del color de 0 a 100.

$$\text{Croma } C^* = \sqrt{(a^2 + b^2)}$$

Dónde: a^* y b^* son los valores de los componentes de color rojo-verde y amarillo-azul, respectivamente.

3.7. Técnica de procesamiento de datos

Los resultados se procesaron bajo el modelo aditivo lineal según la ecuación estructural. La ecuación muestra el modelo aditivo (Navarro y Soler, 2020).

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_k$$

Donde:

y_{ijk} : Valores de la observación en el tratamiento i en la repetición j

μ : media general

α_i : efecto principal del primer factor,

β_j : efecto principal del segundo factor, β

$\alpha\beta_{ij}$: efecto de interacción de variable β y α

ε_k : error de estimación del modelo

Para identificar el mejor tratamiento en las propiedades fisicoquímicas y compuestos bioactivos; se utilizó la comparación de medias de Tukey según la siguiente ecuación.

Ecuación de Tukey

$$Ta = qa(k, N - k) \sqrt{(CME/n_i)}$$

Donde:

CME: es el cuadrado medio del error.

n_i : es el número de observaciones por tratamiento

k : es el número de tratamientos

$N - k$: es igual a los grados de libertad para el error

α : es el nivel de significancia prefijado

$qa(k, N - k)$: el estadístico

Estos datos fueron procesados utilizando el software estadístico Minitab 17.0 y Microsoft Excel 2021.

3.8. Aspectos éticos y regulatorios en la recolección de muestras

La recolección de los frutos nativos como el tumbo, saúco y moras se llevó a cabo en el Centro Poblado de Huaracayo del distrito de Acobamba - Tarma, considerando todos los aspectos éticos y regulatorios, así como el respeto de los derechos de las comunidades locales, la conservación de la biodiversidad y la promoción del uso sostenible de los recursos. El equipo de investigación junto con los agricultores de la comunidad trabajó de manera conjunta asegurando que este estudio ayudará a la difusión de sus múltiples propiedades, aprovechamiento de los recursos y preservación para las futuras generaciones.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de los frutos nativos

4.1.1. Potencial de hidrógeno (pH)

La Tabla 9 muestra el comportamiento del pH de los frutos: tumbo, mora y saúco almacenados a diferentes temperaturas y tiempos de almacenamiento. Los frutos de mora mostraron una tendencia al incremento en el valor de pH en las tres temperaturas de almacenamiento, siendo la temperatura de 3 °C que presentó una menor variación con respecto a los demás. Los frutos de saúco presentaron una tendencia al incremento de pH durante los primeros días de almacenamiento; almacenados a 3 °C presentaron reducción y posteriormente un incremento que superaron los valores mostrados de las demás temperaturas. Los frutos de tumbo mostraron una tendencia al incremento de pH durante su almacenamiento poscosecha. Los frutos almacenados a 18 °C después del día 12 presentaron un descenso hasta el último día de almacenamiento, el mismo comportamiento se observó para los frutos almacenados a 3 °C que después de 20 días presentaron un descenso. Después de una

evaluación estadística, se observó que el factor temperatura y tiempo de almacenamiento presentaron un efecto significativo ($p < 0,05$) en el almacenamiento de frutos de mora, saúco y tumbo. Estos resultados son análogos con los obtenidos con otros autores, los frutos de moras de Castilla presentaron un ligero incremento al ser transportadas al punto de su comercialización (Freire, 2012). Otras investigaciones en frutos de arándanos mostraron un ligero incremento durante su almacenamiento por un periodo de 4 meses a temperaturas de 0 °C, 5 °C, 10 °C y 15 °C, los frutos almacenados a 0 °C y 5 °C presentaron mínimas variaciones con respecto al primer día de almacenamiento (Wang et al., 2009). El aumento del pH conforme pasa el tiempo de almacenamiento se debe a que la tasa de respiración aumenta el proceso de la senescencia, por lo que es fundamental almacenar por temperaturas por debajo de los 10 °C (Iza et al., 2016).

Tabla 8*Evaluación de pH de los frutos nativos*

		Tiempo de almacenamiento (Día)						
Temperatura (°C)	0	4	8	12	16	20	24	
Tumbo								
3	3,45 ± 0,03Ab	3,49 ± 0,05Aab	3,51 ± 0,11Aab	3,50 ± 0,17Bab	3,59 ± 0,04Bab	3,70 ± 0,06Aa	3,57 ± 0,02Cab	
12	3,45 ± 0,03Ac	3,45 ± 0,04Ac	3,47 ± 0,04Ac	3,69 ± 0,08Bb	3,70 ± 0,02Ab	3,77 ± 0,03Ab	4,00 ± 0,06Aa	
18	3,45 ± 0,03Ac	3,56 ± 0,08Abc	3,67 ± 0,16Abc	4,04 ± 0,07Aa	3,80 ± 0,08Aab	3,64 ± 0,10Abc	3,61 ± 0,01Bbc	
Mora								
3	2,47 ± 0,18Ab	2,71 ± 0,01Ba	2,75 ± 0,16Aa	2,81 ± 0,01Ba	2,82 ± 0,00Ba	2,87 ± 0,05Aa	2,91 ± 0,03Aa	
12	2,474 ± 0,18Ac	2,81 ± 0,09Ab	2,85 ± 0,02Ab	3,09 ± 0,04Aab	3,21 ± 0,01Aa			
18	2,47 ± 0,18Aa	2,63 ± 0,01Ca	1,38 ± 0,05Bb	1,32 ± 0,01Cb				
Sauco								
3	3,45 ± 0,03Ac	3,45 ± 0,01Bc	3,60 ± 0,02Cb	3,64 ± 0,02Ab	3,78 ± 0,02Aa			
12	3,45 ± 0,03Ab	3,48 ± 0,01Ab	3,66 ± 0,01Ba					
18	3,45 ± 0,03Ac	3,57 ± 0,01Cb	3,75 ± 0,01Aa					

Nota. Diferentes letras mayúsculas en las columnas significan diferencia significativa ($p < 0,05$) entre temperatura y diferentes letras minúsculas en las filas muestran diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tiempo de almacenamiento.

4.1.2. Sólidos solubles totales (°Brix)

En la Tabla 10 se muestran los principales resultados del comportamiento de sólidos solubles totales durante el almacenamiento poscosecha a temperatura de 18 °C, 12 °C y 3 °C de los frutos de mora, saúco y tumbo.

El tumbo durante los primeros 8 días presentan una tendencia al incremento posterior a ello existe una ligera disminución hasta el último día de almacenamiento, evidenciándose una menor variación de sólidos solubles totales a una temperatura de 3 °C. La mora durante los días de almacenamiento mostró una disminución del contenido de sólidos solubles totales, encontrándose menor degradación a temperatura de 3 °C. Con respecto al saúco mostro un ligero aumento durante los primeros días y posterior una disminución del contenido de sólidos solubles totales a 3 °C, comportamiento contrario se evidenció a temperatura de 12 °C y 18 °C. En frutos de tumbo se observó un aumento en su valor en las tres temperaturas hasta el día 12 posteriormente permanecieron casi estables hasta a la temperatura de 3 °C por lo contrario los frutos almacenados a 12 °C y 18 °C presentaron una disminución, este comportamiento se relaciona con el proceso de maduración continua y la conversión de almidones en azúcares durante el almacenamiento (Brizzolara et al., 2020), el descenso en su valor se debe a la degradación de azúcares y otros componentes solubles debido a los procesos metabólicos de respiración, transpiración y senescencia (Al-Gaadi et al., 2024; Sugiura et al., 2023). Las temperaturas bajas presentan una menor variación en su concentración debido a la reducción de la actividad enzimática y la respiración manteniendo su calidad de los frutos durante la etapa del almacenamiento (Jerry & Bright, 2019; Kannaujia & Asrey, 2021).

En el estudio llevado a cabo acerca de los efectos del tiempo y la temperatura de almacenaje poscosecha en los frutos de tumbo, mora y saúco, se encontró un efecto significativo ($p < 0,05$) en la concentración de los sólidos solubles totales. Estos resultados señalan que ambos elementos ejercen un impacto estadísticamente significativo en la calidad de los frutos respecto a su contenido de azúcares solubles.

Tabla 9*Evaluación de sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix) de frutos nativos*

Temperatura ($^{\circ}$ C)	Tiempo de almacenamiento (Día)						
	0	4	8	12	16	20	24
Tumbo							
3	8,13 \pm 0,03Ad	9,78 \pm 0,50Bc	12,66 \pm 0,17Ba	11,73 \pm 0,07Ab	11,21 \pm 0,10Ab	11,59 \pm 0,16Bb	11,26 \pm 0,17Ab
12	8,13 \pm 0,03Ad	10,01 \pm 0,27Bc	12,97 \pm 0,12Aa	11,11 \pm 0,06Bb	9,99 \pm 0,08Bc	12,54 \pm 0,50Aa	10,73 \pm 0,06Bb
18	8,13 \pm 0,03Ac	10,95 \pm 0,05Ab	12,27 \pm 0,34Ba	11,82 \pm 0,10Aa	10,92 \pm 0,14Ab	10,85 \pm 0,18Cb	10,51 \pm 0,21Bb
Mora							
3	9,19 \pm 0,17Aa	8,6 \pm 0,04Ab	8,3 \pm 0,12Ab	7,59 \pm 0,01Ac	7,52 \pm 0,01Acd	7,15 \pm 0,04Ade	6,78 \pm 0,01Ae
12	9,19 \pm 0,17Aa	7,52 \pm 0,01Bb	6,42 \pm 0,02Bc	4,8 \pm 0,02Bd	3,69 \pm 0,08Be		
18	9,19 \pm 0,17Aa	7,31 \pm 0,06Ca	3,45 \pm 0,10Cb	3,34 \pm 0,01Cb			
Saúco							
3	8,14 \pm 0,02Ab	8,16 \pm 0,00Ab	8,52 \pm 0,04Aa	8,12 \pm 0,00Ab	7,60 \pm 0,01Ac		
12	8,14 \pm 0,02Aa	7,50 \pm 0,01Cb	4,38 \pm 0,04Bc				
18	8,14 \pm 0,02Aa	7,78 \pm 0,00Bb	3,18 \pm 0,04Cc				

Nota. Diferentes letras mayúsculas en las columnas significan diferencia significativa ($p < 0,05$) entre temperatura y diferentes letras minúsculas en las filas muestran diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tiempo de almacenamiento.

4.1.3. Pérdida de peso (%)

En la Tabla 10 se muestran los principales resultados del comportamiento de pérdida de peso durante el almacenamiento poscosecha a temperatura de 18 °C, 12 °C y 3 °C de los frutos de mora, saúco y tumbo.

Durante el almacenamiento de los frutos mostraron una tendencia al incremento de este parámetro en las tres temperaturas. Los frutos de tumbo presentaron una mayor pérdida de peso a la temperatura de 12 °C seguido de los frutos almacenados a temperatura de 18 °C y siendo una menor pérdida a la temperatura de 3 °C. Los frutos de mora fueron afectados por los mohos lo que hizo que los frutos almacenados a 18 °C se descompongan más rápido de la misma manera presentaron una mayor pérdida de peso hasta el día de su almacenamiento, los frutos almacenados hasta el día 24 mostraron una pérdida mayor al 50%, los frutos almacenados a 3 °C presentaron menores pérdidas a diferencia de las demás. Los frutos de saúco presentaron una tendencia al incremento en su concentración siendo un mayor aumento a temperaturas altas de 12 °C y 18 °C, estos frutos también presentaron moho durante el almacenamiento razón por la cual duraron menor tiempo de almacenamiento a comparación de los demás frutos. El comportamiento de las moras fue similar a lo reportado por Simakhina et al. (2023) cuya vida útil fue de 8 días a temperaturas altas. La pérdida de peso en los frutos se debe principalmente a la pérdida de humedad, esta pérdida es menos a temperaturas bajas (Blanco-Valdes et al., 2016).

De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación estadística, se observó que tanto la temperatura como el tiempo de almacenamiento poscosecha tuvieron un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre la pérdida de peso de los frutos de mora y saúco, resultados contrarios mostraron para los frutos de tumbo donde no se encontró diferencia significativa ($p > 0,05$) del tiempo y temperatura de almacenamiento. Este hallazgo indica que ambos factores influyen de manera importante en la deshidratación de los frutos durante su almacenamiento, lo cual es un indicador crítico de su calidad y vida útil.

Tabla 10

Evaluación de pérdida de peso (%) de los frutos nativos

Temperatura (°C)	Tiempo de almacenamiento (Día)						
	0	4	8	12	16	20	24
Tumbo							
3	0,00 ± 0,00Ad	5,49 ± 0,37Ac	5,89 ± 0,42Abc	6,30 ± 0,45Babc	6,95 ± 0,49Aab	7,31 ± 0,57Ba	7,51 ± 0,56Ba
12	0,00 ± 0,00Ab	6,05 ± 1,08Aab	7,55 ± 1,65Aab	9,09 ± 2,51Aa	10,63 ± 3,26Aa	12,09 ± 4,16Aa	13,57 ± 5,21Aa
18	0,00 ± 0,00Af	5,13 ± 0,64Ae	5,68 ± 0,42Ade	6,22 ± 0,21Bcd	7,09 ± 0,47Abc	7,76 ± 0,00Bab	8,36 ± 0,00Ba
Moras							
3	0,00 ± 0,00 Ae	5,68 ± 0,003Bd	10,91 ± 0,01Ccd	15,65 ± 0,01Cc	21,08 ± 0,01Bb	24,97 ± 0,01Bb	37,32 ± 0,00Ba
12	0,00 ± 0,00Ae	6,34 ± 0,010Ad	17,53 ± 0,01Bc	30,07 ± 0,018Bb	42,39 ± 0,01Aa	50,89 ± 0,01Ab	62,36 ± 0,00Aa
18	0,00 ± 0,00Ac	14,07 ± 0,00Cb	32,23 ± 0,01Aa	33,6 ± 0,01Aa			
Saúco							
3	0,00 ± 0,00Ad	2,47 ± 0,89Bc	4,20 ± 0,59Bc	6,53 ± 0,70Ab	10,52 ± 0,93Aa		
12	0,00 ± 0,00Ab	2,11 ± 0,27Bb	12,90 ± 3,61Aa				
18	0,00 ± 0,00Ac	9,94 ± 3,72Ab	18,45 ± 3,26Aa				

Nota. Diferentes letras mayúsculas en las columnas significan diferencia significativa ($p < 0,05$) entre temperatura, Diferentes letras minúsculas en las filas significan diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tiempo de almacenamiento.

4.1.4. Acidez titulable (%)

El comportamiento de la acidez titulable de los frutos de tumbo, mora y saúco se presentan en la Tabla 11, los frutos de tumbo presentaron una tendencia a la disminución de la concentración de ácidos orgánicos durante su almacenamiento poscosecha, comportamiento contrario mostró los frutos de saúco y los frutos de moras almacenados a temperaturas de 12 °C y 18 °C.

La acidez titulable del tumbo almacenado a 12 °C y 18 °C presentó una tendencia a la disminución durante los 12 primeros días; posteriormente este presentó un ligero incremento. Los frutos de 18 °C presentaron mayores cambios mientras que los frutos almacenados a 3 °C mostraron menores variaciones. Los frutos de mora almacenados a 12 °C y 3 °C presentaron un ligero incremento durante su almacenamiento. Comportamiento distinto presentaron los frutos almacenados a 18 °C. Los frutos de saúco tenían comportamiento distinto para cada temperatura. Los frutos a 18 °C aumentaron su concentración durante los primeros cuatro días seguidos de una disminución, mientras que los frutos a 12 °C aumentaron su concentración durante los primeros 12 días seguidos de una disminución. Durante la evaluación del efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en frutos de tumbo, mora y saúco, se ha encontrado una influencia significativa ($p < 0,05$) de estos factores. Las variaciones en acidez titulable de los frutos pueden relacionarse con el genotipo. Las prácticas culturales, las condiciones climáticas, la altitud y la temporada pueden afectar la variación y el contenido de ácidos orgánicos, lo que puede causar diferencias en las concentraciones (Cosme et al., 2022). La disminución de la acidez titulable se debe a que durante el almacenamiento poscosecha las condiciones como el aumento en la temperatura tienen como consecuencia el incremento de la tasa de metabolismo, generando un mayor consumo de azúcares y ácidos del ciclo de Krebs que sirven como sustratos metabólicos (Famiani et al., 2015). Por el análisis realizado, los frutos durante el almacenamiento poscosecha tienden a disminuir su acidez titulable debido a ciertos procesos fisiológicos donde son consumidas parte de las reservas energéticas. Las bajas temperaturas contribuyen a que estas reacciones se desarrollen lentamente por lo que es sugerible almacenar a bajas temperaturas.

Tabla 11

Evaluación de Acidez titulable (% de ácido málico)

Temperatura (°C)	Tiempo de almacenamiento (Día)						
	0	4	8	12	16	20	24
Tumbo							
3	14,29 ± 1,55Aa	10,72 ± 0,67Abc	7,37 ± 1,16Bd	8,93 ± 0,77Acd	8,26 ± 1,02Acd	12,77 ± 0,67Aab	8,49 ± 0,77Acd
12	14,29 ± 1,55Aa	10,72 ± 1,34Abc	11,17 ± 0,77Aab	5,81 ± 0,77Bd	7,59 ± 0,77Ade	5,14 ± 0,39Cd	6,03 ± 1,77Bd
18	14,29 ± 1,55Aa	3,80 ± 0,39Bd	4,04 ± 0,04Cd	5,36 ± 0,00Bcd	6,70 ± 0,00Bc	9,60 ± 0,39Bb	9,83 ± 0,77Ab
Mora							
3	2,39 ± 0,29Ab	1,49 ± 0,29Cb	2,58 ± 0,29Ab	2,72 ± 0,29Ab	2,72 ± 1,16 Ab	2,58 ± 0,00Ab	2,99 ± 0,29Aa
12	2,39 ± 0,29Aa	2,38 ± 0,00Aa	2,92 ± 0,43Aa	2,72 ± 0,00Aa	2,76 ± 0,43Aa		
18	2,39 ± 0,29Aa	2,04 ± 0,00Ba	1,23 ± 0,00Bb	1,24 ± 0,00Bb			
Saúco							
3	1,45 ± 0,09Ab	1,65 ± 0,04Aab	1,72 ± 0,11Aa	1,70 ± 0,07Aa	1,55 ± 0,07Ab		
12	1,45 ± 0,09Ab	1,76 ± 0,07Aa	1,44 ± 0,04Bb				
18	1,45 ± 0,09Aa	1,59 ± 0,04Aa	1,04 ± 0,07Cb				

Nota. Diferente letra mayúscula en las columnas significa diferencia significativa (p<0,05) entre temperatura, Diferentes letras minúsculas en las filas significan diferencia significativa (p<0,05) entre tiempo de almacenamiento

4.1.5. Índice de madurez

En la Tabla 12 se muestra el comportamiento del índice de madurez en los frutos del tumbo, mora y saúco, los frutos de tumbo presentaron una tendencia al incremento comportamiento contrario presentaron frutos de moras y saúcos almacenados durante la poscosecha.

Los frutos del tumbo mostraron una tendencia al incremento del índice de madurez hasta el día 8 en cada una de las temperaturas; a partir del día 12 se observa un decrecimiento hasta el día 24; en el caso de las moras se evidencia un incremento a la temperatura de 3 °C hasta el día 4 posterior a ellos se muestra una disminución en cada uno de los tratamientos; con respecto al saúco se mostró una tendencia a la disminución del índice de madurez, los frutos almacenados a temperatura de 3 °C y a medida del incremento de temperatura el valor del índice de madurez se incrementa con mayor velocidad. Este comportamiento se debe a diferentes cambios fisiológicos y bioquímicos que ocurren en el tumbo durante el proceso de maduración hasta la senescencia. El incremento de madurez se debe a la producción de etileno, actividad de enzimas, cambios en la estructura de la pared celular y síntesis de pigmentos y estos factores a bajas temperaturas logran que el proceso disminuya, manteniendo por más días la calidad física y organoléptica del tumbo (Mosquera et al., 2009). La disminución se debe al proceso normal que tienen todas las frutas, el tumbo a muchos días de almacenado tiende a envejecer evidenciándose un proceso de senescencia mayor a medida que pasan los días, la producción de etileno disminuye, los pigmentos se descomponen, las enzimas de maduración se inhiben, el tumbo pierde agua afectando la textura y apariencia (Soto-Celis & Jáuregui, 2018).

De acuerdo a la evaluación estadística se observó que los factores temperatura y tiempo de almacenamiento presentaron efecto significativo ($p < 0,05$) en el almacenamiento de frutos de mora, saúco y tumbo. Estos resultados muestran que las variables temperatura y tiempo de almacenamiento son factores claves durante el almacenamiento poscosecha para el control del comportamiento del estado de madurez.

Tabla 12

Evaluación del índice de madurez de frutos nativos

Temperatura (°C)	Tiempo de almacenamiento (Día)						
	0	4	8	12	16	20	24
Tumbo							
3	0,57 ± 0,06Ac	0,91 ± 0,02Bc	1,74 ± 0,23Ba	1,32 ± 0,13Cb	1,37 ± 0,18Bb	0,91 ± 0,04Cc	1,33 ± 0,12Ab
12	0,57 ± 0,06Ac	0,95 ± 0,12Bc	1,16 ± 0,07Cbc	1,93 ± 0,23Bab	1,32 ± 0,14Bbc	2,45 ± 0,16Aa	1,91 ± 0,65Aab
18	0,57 ± 0,06Ae	2,90 ± 0,31Aa	3,03 ± 0,08Aa	2,21 ± 0,02Ab	1,63 ± 0,02Ac	1,13 ± 0,06Bd	1,07 ± 0,06Bd
Mora							
3	3,88±0,32Aab	5,85±1,01Aa	3,22±0,27Ab	2,80±0,25Ab	2,93±0,84Ab	2,78±0,24Ab	2,27±0,19Ab
12	3,88±0,32Aa	3,16±0,16Bb	2,23±0,35Cc	1,96±0,03Bcd	1,37±0,00Bd		
18	3,88±0,32Aa	3,59±0,04Ba	2,80±0,04Bb	2,70±0,35Ab			
Saúco							
3	5,63±0,33Aa	4,96±0,13Aab	4,79±0,21Aab	4,80±0,21Ab	4,92±0,23Ab		
12	5,63±0,33Aa	4,26±0,18Ab	3,04±0,09Bc				
18	5,63±0,33Aa	4,89±0,12Ab	3,07±0,22Bc				

Nota. Diferentes letras mayúsculas en las columnas, significa diferencia significativa ($p < 0,05$) entre temperatura, Diferentes letras minúsculas en las filas significan diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tiempo de almacenamiento.

4.2. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de los frutos nativos: colorimetría

4.2.1. Parámetro de color L^*

La Tabla 13 muestra el comportamiento del parámetro de color de la luminosidad L^* de los frutos nativos de tumbo, moras y saúco del distrito de Acobamba almacenados a temperatura de 18 °C, 12 °C y 3 °C.

Los frutos de mora mostraron una tendencia de luminosidad hacia el descenso, en las tres temperaturas de almacenamiento, la temperatura de 3 °C tuvo una menor variación, seguido por los frutos almacenados a 12 °C, los frutos de saúco, por el contrario, presentaron la tendencia al incremento durante el almacenamiento poscosecha; frutos almacenados a 3 °C presentaron un incremento hasta el día 16 seguido de un descenso. Los frutos de tumbo en general tuvieron incrementos durante los primeros días, algo importante es que los frutos almacenados a 3 °C presentaron menores variaciones en comparación a los frutos almacenados a 12 °C y 18 °C. De acuerdo a la evaluación estadística se observó que los factores temperatura y tiempo de almacenamiento presentaron efecto significativo ($p < 0,05$) en el almacenamiento de frutos de mora, saúco y tumbo. Estos resultados son concordantes con los resultados de (Erbas et al., 2024), quienes indicaban que el parámetro de color L^* y el cálculo de la cromaticidad en función de los otros parámetros a y b disminuyen cuando son almacenados. Si se comparan las frutas de la zona de Acobamba en Tarma con la de otras zonas, se encuentra que son frutos de menor luminosidad (Schiavon et al., 2023), sin embargo, la comparación de la diferencia de peso que logran es muy similar, siendo la única diferencia la que se reporta al inicio del experimento. El incremento de luminosidad se puede explicar debido a que el fruto pierde color, en conjunto a la pérdida de agua dan la sensación de transparencia y esta refleja más luz al paso del tiempo (Velásquez-Barreto et al., 2022).

Tabla 13
*Evaluación del parámetro de color L**

Temperatura (°C)	Tiempo de almacenamiento (Día)						
	0	4	8	12	16	20	24
Tumbo							
3	70,25±0,45Aa	72,81±3,52Ba	3,52±0,79Ba	69,00±2,07Ca	69,00±2,07Ba	72,13±3,82Ba	72,50±1,49Ba
12	70,25 ±0,45Ac	70,14± 1,07Bc	79,50±0,17Aa	78,66± 0,87Aab	74,93± 2,26Ab	77,80± 2,81Aab	78,70±1,31Aab
18	70,25±0,45Ac	80,23±1,17Aa	76,80±1,70Aab	76,10±0,91Bab	73,97±0,90Aabc	75,77±2,69ABab	75,73±3,0ABab
Moras							
3	21,83 ± 3,89Aa	19,35 ± 3,27Aa	15,98± 2,36Aa	13,15 ± 5,51Aa	20,51 ± 4,86Aa	17,26 ± 4,23Aa	11,33 ± 2,33Aa
12	21,83 ± 3,89Aa	18,3 ± 2,52Aab	14,96 ± 2,54Abc	14,3 ± 5,92bAc	14,13 ± 3,83Ac		
18	21,83 ± 3,89Aa	14,85 ± 4,62Ab	5,5 ± 3,09Bc	6,04 ± 0,00Bc			
Sáuco							
3	9,77 ± 2,25Ab	10,93 ± 0,21Bb	14,63 ± 1,46Ba	15,40 ± 1,22Aa	12,17 ± 0,61Aab		
12	9,77 ± 2,25Ab	14,27 ± 1,07Ab	15,13 ± 0,71Aa				
18	9,77 ± 2,25Aa	13,17 ± 1,78Aa	13,9 ± 0,50Aa				

Nota. Diferentes letras mayúsculas en las columnas, significa diferencia significativa ($p < 0,05$) entre temperatura, Diferentes letras minúsculas en las filas significan diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tiempo de almacenamiento

4.2.2. Parámetro de color a^*

La Tabla 14 muestra el comportamiento del parámetro de color a^* de los frutos nativos de tumbo, moras y saúco del distrito de Acobamba almacenados a temperatura de 18 °C, 12 °C y 3 °C.

Los frutos de tumbo presentaron una tendencia al aumento hasta el día 16, posteriormente la tendencia fue al descenso, los frutos almacenados a temperatura de 3 °C mostraron una menor variación seguido de los frutos almacenados a 12 °C. Los frutos de moras presentaron una tendencia al descenso, siendo los frutos almacenados a 18 °C con mayor descenso mientras que los frutos almacenados a 12 °C presentaron un incremento después de los 12 días. Los frutos de saúco mostraron un comportamiento al descenso durante los cuatro primeros días, posteriormente estos presentaron un crecimiento que superó su valor inicial. Muestra que los frutos almacenados a 3 °C presentaron menor variación con un descenso después de los 12 días de almacenamiento. La evaluación del efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en los parámetros de color a^* en los frutos de tumbo, moras y saúco presentaron un efecto significativo ($p < 0,05$). El aumento de los valores de a^* en muestras de tumbo indica un incremento del enrojecimiento del fruto, este aumento puede deberse a la degradación de la clorofila, acumulación de licopeno y la biosíntesis de etileno (Hatami et al., 2013). Los resultados de saúco son concordantes con los resultados de Młynarczyk et al., (2018), los valores del parámetro de color a^* disminuyeron con el tiempo de almacenamiento y la temperatura, y mostraron una correlación con el aumento de pH. El comportamiento de los frutos de mora y saúco puede estar relacionado con el oscurecimiento de la piel. Podría deberse a la oxidación por la presencia de antocianinas, estos pueden producirse de manera significativa durante un almacenamiento refrigerado (Schiavon et al., 2023; Wang et al., 2009).

Tabla 14
*Evaluación de parámetro de color a**

		Tiempo de almacenamiento (Día)						
Temperatura (°C)	0	4	8	12	16	20	24	
Tumbo								
3	0,59±0,16Aa	-0,77± 1,13Ba	-0,33±0,95Ba	-0,50±0,78Ba	-0,03±2,50Ba	-0,30±1,25Ba	0,90±1,80Aa	
12	0,59±0,16Ad	1,51±0,30Acd	1,90±0,46Abcd	3,07±0,05Aabc	4,47±0,40Aa	3,40±1,21Aab	2,73±0,90Aabc	
18	0,59±0,16Aab	0,87±0,25Bab	0,60±0,70ABab	-0,50±0,78Bb	3,27±2,05ABa	2,33±1,37ABab	3,47±1,33Aa	
Mora								
3	18,44 ± 4,91Aa	14,36 ± 6,43Aab	11,93 ± 5,49Abc	13,01 ± 4,22Aab	6,52 ± 5,13Acd	1,83 ± 3,52Ad	0,72 ± 2,09Ad	
12	18,44 ± 4,91Aa	13,19 ± 4,64Aa	12,27 ± 3,07Aa	16,93 ± 4,34Aa	16,34 ± 6,53Aa			
18	18,44 ± 4,91Aa	7,63 ± 2,23Bb	3,45 ± 2,22Bb	1,9 ± 0,00Bb				
Saúco								
3	2,13 ± 0,23Abc	1,00 ± 0,53Ac	3,93 ± 1,07Bab	5,77 ± 1,12Aa	1,67 ± 0,50Ac			
12	2,13 ± 0,23Ab	0,73 ± 0,12Ab	7,23 ± 3,42Aa					
18	2,13 ± 0,23Ab	1,00 ± 0,46Ab	12,10 ± 2,36Aa					

Nota. Diferentes letras mayúsculas en las columnas significan diferencia significativa ($p < 0,05$) entre temperatura, Diferentes letras minúsculas en las filas significan diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tiempo de almacenamiento

4.2.3. Parámetro de color b*

La Tabla 15 muestra el comportamiento del parámetro de color b de los frutos nativos de tumbo, moras y saúco del distrito de Acobamba almacenados a temperatura de 18 °C, 12 °C y 3 °C.

Los frutos de mora mostraron una tendencia decreciente del parámetro en las tres temperaturas de almacenamiento, frutos almacenados a la temperatura de 12 °C presentaron una menor variación; los frutos de saúco, por el contrario, presentaron tendencia al incremento, los frutos almacenados a 3 °C aumentaron hasta el día 16 para luego disminuir en su valor. Los frutos de tumbo tuvieron un comportamiento definido por cada temperatura; en muchos de ellos no sufrieron grandes cambios, los frutos almacenados a 18 °C presentaron una tendencia al incremento. De acuerdo a la evaluación estadística, se observó que los factores temperatura y tiempo de almacenamiento presentaron efecto significativo ($p < 0,05$) en frutos de moras, comportamiento contrario mostraron en frutos de tumbo y saúco donde no se encontró un efecto significativo ($p > 0,05$) en el almacenamiento de frutos de mora, saúco y tumbo.

El comportamiento del parámetro de color b* se puede relacionar con la destrucción de algunas flavonas que producen la desestabilización de los pigmentos responsables de color, o por el infaltable proceso de la oxidación; los frutos al pasar el tiempo de almacenamiento se hacen más amarillos, por lo que, de desear este comportamiento de mantener el color en esta escala, se debería de elegir temperaturas no muy bajas (Marchiosi et al., 2020).

Tabla 15

*Evaluación de parámetro de color b**

Temperatura (°C)	Tiempo de almacenamiento (Día)						
	0	4	8	12	16	20	24
Tumbo							
3	40,05±1,49Aa	40,46±3,05Aa	40,96±0,67Aa	42,97±0,59Aa	41,23±1,60Aa	41,63±0,25Aa	40,23±1,60Aa
12	40,05±1,49Aa	43,22±3,53Aa	37,63±0,67Ba	40,10±0,87Ba	40,10±4,71Aa	41,63±3,88Aa	40,77±1,65Aa
18	40,05±1,49Aa	38,02±3,28Aa	40,10±0,78Aa	40,70±0,26Ba	43,40±1,76Aa	42,13±2,98Aa	43,90±3,81Aa
Moras							
3	7,92 ± 3,26Aa	6,51 ± 2,02Aab	5,27 ± 3,21Aab	4,68 ± 1,25Bab	3,63 ± 1,27Bb	3,76 ± 1,52Ab	3,8 ± 1,37Ab
12	7,92 ± 3,26Aa	5,28 ± 2,91ABa	4,89 ± 1,46Aa	7,46 ± 1,08Aa	5,27 ± 3,09Aa		
18	7,92 ± 1,26Aa	4,45 ± 0,48aBb	1,64 ± 0,44Ab	0,7 ± 0,00Cb			
Saúco							
3	0,10 ± 0,17Aa	0,27 ± 0,55Aa	0,30 ± 0,50Ca	0,97 ± 0,64Aa	0,33 ± 0,25Aa		
12	0,10 ± 0,17Aa	0,27 ± 0,99Aa	1,30 ± 0,14Ba				
18	0,10 ± 0,17Ab	0,53 ± 0,76Ab	5,33 ± 1,34Aa				

Nota. Diferentes letras mayúsculas en las columnas, significa diferencia significativa ($p < 0,05$) entre temperatura, Diferentes letras minúsculas en las filas significan diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tiempo de almacenamiento.

4.2.4. Parámetro de color C

En la Tabla 16 se muestra el comportamiento que sufre el valor de la cromaticidad C en los frutos nativos del tumbo, mora y saúco durante el proceso de almacenamiento.

En colorimetría, los valores de croma C representan la saturación de los frutos nativos, como se muestra en los datos del tumbo durante el almacenamiento en cada una de las temperaturas están entre 36,72 a 45,56. Esto significa que la coloración de los frutos del tumbo es de un color suave a un color moderadamente saturado. En el caso de los frutos de mora, los valores durante el proceso de almacenamiento en cada una de las temperaturas presentaron valores de C entre 20,08 a 7,82; esto significa que la coloración de los frutos de la mora es de un color oscuro a un color suave. El valor C en las bayas de saúco durante el proceso de almacenamiento en cada una de las temperaturas está entre 17,28 a 0,78; esto significa que la coloración de los frutos del saúco es de un color oscuro. El comportamiento desarrollado por los frutos nativos evidencia una disminución del valor de croma a mayor tiempo de almacenamiento y temperatura esto debido a la descomposición y síntesis de nuevos pigmentos (Torres et al., 2013).

Según la evaluación estadística del efecto de los factores tiempo y temperatura de almacenamiento poscosecha, se encontró que los factores temperatura y tiempo de almacenamiento presentaron efecto significativo ($p < 0,05$) en el almacenamiento de frutos de mora y saúco; comportamiento contrario mostraron los frutos de tumbo donde no se encontró un efecto significativo ($p > 0,05$) los factores en estudio.

Tabla 16*Evaluación de parámetro de color C (valor de la cromaticidad)*

Temperatura (°C)	Tiempo de almacenamiento (Día)						
	0	4	8	12	16	20	24
	Tumbo						
3	40,05±1,49Aa	40,47±3,04Aa	40,97±0,66Aa	42,97±0,58Aa	41,29±1,56Aa	41,65±0,27Aa	40,27±1,56Aa
12	40,05±1,49Aa	43,25±3,53Aa	37,68±0,63Ba	40,22±0,87Ba	40,36±4,65Aa	41,78±3,96Aa	40,86±1,66Aa
18	40,05±1,49Aa	38,02±3,28Aa	40,10±0,79Aa	40,71±0,27Ba	43,56±1,62Aa	42,21±3,03Aa	44,06±3,74Aa
	Mora						
3	20,08±0,94Aa	15,78±3,29Aab	13,06±3,33Abc	13,84±0,56Ab	7,46±2,13Bcd	4,21±0,53Ad	3,94±0,62Ad
12	20,08±0,94Aa	14,23±3,72Aa	13,20±5,59Aa	18,57±3,45Aa	17,15±4,38Aa		
18	20,08±0,94Aa	9,18±2,43Bb	4,26±1,61Bc	2,09±0,54Bc			
	Saúco						
3	2,14±0,24Abc	1,10±0,60Ac	2,87±0,20Bb	4,91±0,59Aa	2,03±0,74Abc		
12	2,14±0,24Ab	1,05±0,49Ab	6,69±2,59Aa				
18	2,14±0,24Aa	1,10±0,60Ab	2,87±0,20Ba				

Nota. Diferentes letras mayúsculas en las columnas significan diferencia significativa ($p < 0,05$) entre temperatura, Diferentes letras minúsculas en las filas significan diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tiempo de almacenamiento.

05

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- Los frutos nativos (mora, saúco y tumbo) conservados a 3 °C mostraron una preservación más efectiva en sus características fisicoquímicas. Se notó una disminución de la pérdida de peso y una mejor preservación de los parámetros de color (L^* , a^* , b^* , C), garantizando así un aspecto más atractivo. Los sólidos solubles totales se incrementaron progresivamente, sin afectar la acidez. Esta temperatura es óptima para extender la durabilidad y preservar la calidad de los frutos destinados a mercados de exportación y consumo doméstico.
- Los frutos conservados a 12 °C evidenciaron un ritmo moderado en la disminución de peso y variaciones en el índice de madurez, lo que señala un comienzo precoz del proceso de degradación. A pesar de que los sólidos solubles totales mostraron un aumento significativo, este se vio acompañado de una disminución considerable en la acidez titulable. Los parámetros de color empezaron a fluctuar considerablemente a partir del día 16, particularmente en el tumbo, lo que restringe su potencial de negocio a corto plazo.

- La temperatura de almacenamiento de 18 °C resultó ser la menos beneficiosa para la preservación de los frutos, presentando una pérdida de peso más rápida. En los primeros días, los sólidos solubles totales llegaron a su pico, sin embargo, este incremento estuvo acompañado de una reducción significativa en la acidez, lo que disminuye la calidad organoléptica. Desde las primeras semanas, se notaron alteraciones en el color, con un oscurecimiento y una disminución de la frescura visual, especialmente en el saúco y el tumbo. Esta temperatura no es apropiada para almacenar estos frutos después de la cosecha durante periodos extensos.
- El tumbo, las moras y el saúco tienen comportamientos diferentes durante el almacenamiento al ser expuestos a diferentes temperaturas, se recomienda ampliar el estudio para determinar el pico climatérico de cada uno de estos frutos, procedimientos de almacenamiento de poscosecha y la formulación de alimentos innovadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alapont, C., Simón, P., & Torrejón, J. (2020). Guía para la determinación de la vida útil de los alimentos (Fedacova, Ed.; 1st ed.). Generalitat Valenciana.
- Albi, M. A., & Gutiérrez, F. (1991). Study of the precision of an analytical taste panel for sensory evaluation of virgin olive oil. Establishment of criteria for the elimination of abnormal results. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 54(2), 255–267. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740540212>
- Alcalde, T., & Pozo, A. (2005). [Dermofarmacia] Orientaciones prácticas sobre el “período después de abierto.” *Offarm: Farmacia y Sociedad*, ISSN 0212-047X, ISSN-e 1578-1569, Vol. 24, No. 7 (JUL-AGO), 2005, Págs. 110-111, 24(7), 110–111. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5324959>
- Al-Gaadi, K. A., Zeyada, A. M., Tola, E. K., Alhamdan, A. M., Ahmed, K. A. M., Madugundu, R., & Edris, M. K. (2024). Impact of Storage Conditions on Fruit Color, Firmness and Total Soluble Solids of Hydroponic Tomatoes Grown at Different Salinity Levels. *Applied Sciences* 2024, Vol. 14, Page 6315, 14(14), 6315. <https://doi.org/10.3390/AP14146315>
- Alia-Tejagal, I., Villanueva-Arce, R., Pelayo-Zaldívar, C., Colinas-León, M. T., López-Martínez, V., & Bautista-Baños, S. (2007). Postharvest physiology and technology of sapote mamey fruit (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn). In *Postharvest Biology and Technology* (Vol. 45, Issue 3). <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.12.024>
- AOAC. (2016). A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists 18th Ed. In *Official methods of analysis*.
- AOAC. (2023). Official Methods of Analysis of AOAC international. In *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL*. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001>
- ‘Aqilah, Rovina, K., Felicia, W. X. L., & Vonnie, J. M. (2023). A Review on the Potential Bioactive Components in Fruits and Vegetable Wastes as Value-Added Products in the Food Industry. *Molecules*, 28(6), 2631. <https://doi.org/10.3390/molecules28062631>
- Barak, V., Halperin, T., & Kalickman, I. (2001). The effect of Sambucol, a black elderberry-based, natural product, on the production of human cytokines: I. Inflammatory cytokines. *European Cytokine Network*, 12(2), 290–296.
- Belisário, C. M., Soares, A. G., Coneglian, R. C. C., Plácido, G. R., Castro, C. F. de S., & Rodrigues, L. A. N. (2020). Carotenoids, sugars, ascorbic acid, total phenolics, and antioxidant activity of murici from Brazilian Cerrado during refrigerated storage. *Ciencia Rural*, 50(4). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180620>
- Blanco-Valdes, Y., Durañona, H., & Acosta-Roca, R. (2016). Efecto de la temperatura y la humedad en la conservación de granos de maíz en silos metálicos refrigerados. *Cultivos Tropicales*, 37, 105–114.

- Brizzolara, S., Manganaris, G. A., Fotopoulos, V., Watkins, C. B., & Tonutti, P. (2020). Primary Metabolism in Fresh Fruits During Storage. *Frontiers in Plant Science*, 11, 509561. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2020.00080/BIBTEX>
- Cárdenas Chomba, J. L. (2016). Las exportaciones peruanas de palta son una oportunidad de negocio en el mercado de países bajos en el año 2016 - 2020 [Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/10962>
- Carlín, M. (2017). Impacto del TLC Peru – Union Europea en las exportaciones peruanas de mangos al Reino Unido. Impact of the free trade agreement Peru - European union in peruvian mango exports to the united kingdom. *LOGOS*, 5. <https://doi.org/10.21503/log.v5i1.791>
- Chaparro-Rojas, D., Maldonado, María., Franco-Londoño, M., & Urango-Marchena, L. (2014). Características nutricionales y antioxidantes de la fruta curuba larga (*Passiflora mollissima* Bailey). *Perspectivas En Nutrición Humana*, 16(2), 203–212. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v16n2a07>
- Coayla, E., & Bedón, Y. (2020). The Agro Exports of Organic Native Products and Environmental Security in Peru. *European Journal of Economics and Business Studies*, 6, 105–117. <https://doi.org/10.26417/175umi47d>
- ComexPerú. (2022, October 14). Exportaciones agropecuarias superaron los US\$ 5,000 millones en el periodo enero-agosto. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/exportaciones-agropecuarias-superaron-los-us-5000-millones-en-el-periodo-enero-agosto>
- Conde-Martínez, N., Sinuco, D. C., & Osorio, C. (2014). Chemical studies on curuba (*Passiflora mollissima* (Kunth) L. H. Bailey) fruit flavour. *Food Chemistry*, 157, 356–363. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2014.02.056>
- Cosme, F., Pinto, T., Aires, A., Morais, M., Bacelar, E., Anjos, R., Ferreira-Cardoso, J., Oliveira, I., Vilela, A., & Gonçalves, B. (2022). Red Fruits Composition and Their Health Benefits—A Review. In *Foods* (Vol. 11, Issue 5). <https://doi.org/10.3390/foods11050644>
- Criollo, D. N. (2021). Composición nutricional, potencial funcional y toxicidad de los frutos del Saúco, (*Sambucus nigra* L.) y sus flores. Una revisión.
- Dayron Sora, Á., Fischer, G., & Flórez, R. (2006). Almacenamiento refrigerado de frutos de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) en empaques con atmósfera modificada. *Agronomía Colombiana*, 24(2), 306–316.
- El Peruano. (2023, August 10). Exportaciones de maracuyá y granadilla superarían este año los US\$ 70 millones. *Diario Oficial El Peruano*. <https://www.elperuano.pe/noticia/220341-exportaciones-de-maracuya-y-granadilla-superarian-este-ano-los-us-70-millones>
- Erbas, D., Mertoglu, K., Eskimez, I., Polat, M., Koyuncu, M., Durul, M., Bulduk, I., Kaki, B., & Esatbeyoglu, T. (2024). Preharvest salicylic acid and oxalic acid decrease bioactive and quality loss in blackberry (cv. Chester) fruits during cold storage. *Journal of Food Biochemistry*, 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/4286507>
- Famiani, F., Battistelli, A., Moscatello, S., Cruz-Castillo, J., & Walker, R. (2015). Ácidos orgánicos acumulados en la pulpa de los frutos: ocurrencia, metabolismo y factores que afectan sus

- contenidos - una revisión. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 21(2), 97–128. <https://doi.org/10.5154/R.RCHSH.2015.01.004>
- Fischer, G., & Martinez, O. (2011). Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. *Agronomía Colombiana*, 16(1–3).
- Freire, V. (2012). Alternativas de mejora en el manejo de poscosecha y comercialización de la mora de Castilla Proveniente de la provincia de Tungurahua [Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4609/1/CD-4242.pdf>
- Freitas, T. P., Spricigo, P. C., Purgatto, E., & Jacomino, A. P. (2019). Aroma and soluble solid contents of the uvaia—a native Atlantic rainforest fruit—are negatively affected by early harvest. *Journal of Food Biochemistry*, 43(7). <https://doi.org/10.1111/jfbc.12881>
- Gobierno del Perú. (2024). Portal del Estado Peruano - Portal de Transparencia Estándar - PTE. https://www.transparencia.gob.pe/reportes_directos/pte_transparencia_pro_inv.aspx?id_entidad=136&id_tema=26&ver=1
- Gómez, P. A., & Camelo, A. F. L. (2002). Calidad postcosecha de tomates almacenados en atmósferas controladas. *Horticultura Brasileira*, 20(1), 38–43. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362002000100007>
- Hatami, M., Kalantari, S., & Delshad, M. (2013). Responses of different maturity stages of tomato fruit to different storage conditions. *Acta Horticulturae*, 1012. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1012.116>
- Infante, J., Rosalen, P. L., Lazarini, J. G., Franchin, M., & De Alencar, S. M. (2016). Antioxidant and anti-inflammatory activities of unexplored Brazilian native fruits. *PLoS ONE*, 11(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152974>
- Iza, F., Rojas-Lema, X., & Argüello, Y. (2016). Línea base de la calidad de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) en su cadena alimentaria. *Enfoque UTE*, 7(3). <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n3.107>
- Jatoi, M. A., Fruk, M., Buhin, J., Vinceković, M., Vuković, M., & Jemrić, T. (2018). Effect of Different Storage Temperatures on Storage Life, Physico-chemical and Sensory Attributes of Goji Berry (*Lycium barbarum* L.) Fruits. *Erwerbs-Obstbau*, 60(2), 119–126. <https://doi.org/10.1007/s10341-017-0344-8>
- Jerry, A.-A., & Bright, Q. (2019). Effect of storage temperature on the physicochemical, nutritional and microbiological quality of pasteurised soursop (*Annona muricata* L.) Juice. *African Journal of Food Science*, 13(2), 38–47. <https://doi.org/10.5897/ajfs2018.1767>
- Kamble, V., Narayana, C. K., Karunakaran, G., Sudhakar Rao, D. V., Sriram, S., & R. H., L. (2024). Differential Efficacy of Storage Temperature and Postharvest Treatment on Shelf Life and Quality of Avocado Fruit (*Persea americana* Mill.). *Plant Foods for Human Nutrition*, 79(3), 669–676. <https://doi.org/10.1007/s11130-024-01207-5>
- Kannaujia, P. K., & Asrey, R. (2021). Effect of harvesting season and cultivars on storage behaviour, nutritional quality and consumer acceptability of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) fruits. *Acta Physiologiae Plantarum*, 43(6), 1–11. <https://doi.org/10.1007/S11738-021-03262-W/METRICS>

- Karoney, E. M., Molelekoa, T., Bill, M., Siyoum, N., & Korsten, L. (2024). Global research network analysis of fresh produce postharvest technology: Innovative trends for loss reduction. *Postharvest Biology and Technology*, 208, 112642. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112642>
- Lata, D., Narayana, C. K., Karunakaran, G., Sriram, S., Sane, A., J., S. A., Ravi Teja, A. D. V, & Maruti, B. (2024). Low-Temperature Storage Influenced the Nutritional Quality and Spoilage of Red and White Pulped Dragon Fruit. *Applied Fruit Science*, 66(6), 2443–2454. <https://doi.org/10.1007/s10341-024-01219-0>
- Marchiosi, R., dos Santos, W., Constantin, R., de Lima, R., Soares, A., Finger-Teixeira, A., Mota, T., de Oliveira, D., Foletto-Felipe, M., Abrahão, J., & Ferrarese-Filho, O. (2020). Biosynthesis and metabolic actions of simple phenolic acids in plants. *Phytochemistry Reviews*, 19(4), 865–906. <https://doi.org/10.1007/s11101-020-09689-2>
- Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, 42(2 SE-CIENCIA DE LOS ALIMENTOS), 57–66. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2014.v42n2-07>
- MEF. (2022). Arancel de aduanas 2022 Aprobado por DS No 404-2021-EF.
- Młynarczyk, K., Walkowiak-Tomczak, D., & Łysiak, G. (2018). Bioactive properties of *Sambucus nigra* L. as a functional ingredient for food and pharmaceutical industry. *Journal of Functional Foods*, 40, 377–390. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.11.025>
- Montes Ninaquispe, J. C., Arbulú Ballesteros, M. A., Cruz Salinas, L. E., García Juárez, H. D., Farfán Chilicaus, G. C., Martel Acosta, R., Guzmán Valle, M. D., & Coronel Estela, C. V. (2024). A Strategy for the Sustainability of Peru's Blueberry Exports: Diversification and Competitiveness. In *Sustainability* (Vol. 16, Issue 15). <https://doi.org/10.3390/su16156606>
- Mosquera, S., Barco, P., Burbano, A., Medina, M., & Villada, H. (2009). Efecto de recubrimiento natural y cera comercial sobre la maduración del banano (*musa sapientum*). *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 7(2).
- Nurzyńska-Wierdak, R. (2016). Właściwości lecznicze i wykorzystanie w fitoterapii niektórych gatunków roślin drzewiastych. Krzewy półkuli północnej. *Annales Horticulturae*, 26(2), 27–46.
- Promperú. (2024). Exportemos: El portal oficial sobre exportaciones peruanas | PROMPERÚ. <https://exportemos.pe/>
- Przybylska-Balcerak, A., Szablewski, T., Szwajkowska-Michalek, L., Świerk, D., Cegielska-Radziejewska, R., Krejpcio, Z., Suchowilska, E., Tomczyk, Ł., & Stuper-Szablewska, K. (2021). *Sambucus Nigra* Extracts—Natural antioxidants and antimicrobial compounds. In *Molecules* (Vol. 26, Issue 10). <https://doi.org/10.3390/molecules26102910>
- Qi, W., Wang, H., Zhou, Z., Yang, P., Wu, W., Li, Z., & Li, X. (2020). Ethylene emission as a potential indicator of Fuji Apple flavor quality evaluation under low temperature. *Horticultural Plant Journal*, 6(4), 231–239. <https://doi.org/10.1016/J.HPJ.2020.03.007>

- Ramírez Cruz, M., Cayaca Chávez, M. T., Kunchikui Florian, E. H., Vargas Espinoza, J. L., & Puican Rodríguez, V. H. (2022). Analysis of fresh grape exports from Peru, periods 2019 – 2021. *Sapientia: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(4 SE-Continuous flow-Articles, Essays, Professional Case Studies), 140–158. <https://doi.org/10.51798/sijis.v3i4.454>
- Rodríguez, A., Gelape, F., Parra, M., & Costa, A. (2020). Pasifloras. Especies cultivadas en el mundo. In *Prolmpress, Cepass: Vol. II (Issue August)*.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2029). ¿Qué es la poscosecha y por qué es importante? <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/que-es-la-poscosecha-y-por-que-es-importante>
- Schiavon, A., de Leivas, G., da Silva, G., Malgarim, M., & Herter, F. (2023). Refrigerated storage of blackberry cultivar ‘BRS Caingua’ harvested at different ripeness stages. *Revista Ceres*, 70(2). <https://doi.org/10.1590/0034-737X202370020004>
- Simakhina, G., Naumenko, N., & Kaminska, S. (2024). Changes in vitamin content and sensory characteristics of frozen wild berries during storage. *Ukrainian Food Journal*, 13(1), 60–75. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2024-13-1-5>
- Siudem, P. (2023). Bez czarny jako źródło związków o wielokierunkowym działaniu biologicznym. *Czasopismo Naukowo-Kulturalne*, 21–27.
- Soto-Celis, E., & Jáuregui, B. (2018). Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) variedad criolla. *Cientifi-k*, 2(2).
- Stajčić, S., Tepić, A., & Đilas, S. (2012). Chemical composition and antioxidant activity of berry fruits. *Acta Periodica Technologica*. <https://doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=1450-71881243093S>
- Sugiura, T., Takeuchi, M., Kobayashi, T., Omine, Y., Yonaha, I., Konno, S., & Shoda, M. (2023). Relationship between Acid and Soluble Solid Content of Pineapple and Temperature. *The Horticulture Journal*, 92(3), 227–235. <https://doi.org/10.2503/HORTJ.QH-055>
- Tapia, F., & Campos, A. (2016). *Tumbo y Locoto en la región de Arica y Parinacota* (F. Tapia & A. Campos, Eds.). INIA Chile.
- Tirado, D., Montero, P., & Acevedo, D. (2015). Estudio Comparativo de Métodos Empleados para la Determinación de Humedad. *Información Tecnológica*, 26(2), 3–10. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000200002>
- Tomar, M. S., & Pradhan, R. C. (2024). Effect of storage temperatures on physicochemical, textural, bioactive, and microstructure changes in amla fruit. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 18(11), 9658–9668. <https://doi.org/10.1007/s11694-024-02911-1>
- Torres, R., Montes, E., Pérez, O., & Andrade, R. (2013). Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. *Información Tecnológica*, 24(3), 51–56. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000300007>

- USDA. (2006). Principios Básicos en la Preparación de los Alimentos Inocuos. www.fsis.usda.gov/
- Valdes Restrepo, M., Delgado Ospina, J., Londoño-Hernández, L., & Rodríguez Restrepo, R. A. (2023). Sistema de medición del color como parámetro de calidad en la industria de alimentos. *Temas Agrarios*, 28(1), 69–81. <https://doi.org/10.21897/rta.v28i1.3200>
- Vargas, M., Centurión, A., Tamayo, J., & Sauri, E. (2005). Efecto del almacenamiento a bajas temperaturas sobre la calidad del chicozapote (*Achras sapota*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 7, 14–23. <https://www.redalyc.org/pdf/724/72430101.pdf>
- Velásquez-Barreto, F., Rafael-Delgado, D., & Ramírez-Tixe, E. (2022). Efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento en los parámetros físico-químicos y de color de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana*). *Revista de Investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 2(1), 29–38. <https://doi.org/10.25127/riagrop.20221.782>
- Vera, R., & Rufasto, E. (2020). Caracterización fisicoquímica y reológica en frutos de “poro poro” *Passiflora mollissima*(Kunth) L.H. Bailey.(Passifloraceae)en la provincia de Chota. *Revista Norandina*, 2(2), 66–71. <https://doi.org/10.37518/2663-6360x2020v2n2p66>
- Wang, S., Chen, C., & Wang, C. (2009). The influence of light and maturity on fruit quality and flavonoid content of red raspberries. *Food Chemistry*, 112(3). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.032>
- Wierzbicki, A. (2002). Dziki bez czarny-pozyskiwanie surowca i jego zastosowanie. *Wiadomości Zielarskie*, 44(04), 8–10.
- Wills, R. (1999). Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. 240. https://www.editorialacribia.com/libro/introduccion-a-la-fisiologia-y-manipulacion-poscosecha-de-frutas-y-hortalizas-y-plantas-ornamentales_53573/
- Zia-Ul-Haq, M., Riaz, M., de Feo, V., Jaafar, H., & Moga, M. (2014). *Rubus Fruticosus* L.: Constituents, Biological Activities and Health Related Uses. *Molecules*, 19(8), 10998–11029. <https://doi.org/10.3390/molecules190810998>

ANEXOS

ANEXOS



Anexo 1.

Panel fotográfico de la ejecución del trabajo de investigación



Imagen 1. Recojo de muestra de saúco, mora y tumbo



Imagen 2. Clasificación de la muestra



Imagen 3. Almacenamiento en envase de polietileno



Imagen 4. Extracción de zumo para la evolución de las propiedades fisicoquímicas



Imagen 5. Materiales y equipos que se utilizaron para evaluar



Imagen 6. Deterioro de las muestras almacenadas

Anexo 2.

Presentación de resultados en congreso internacional

UNAAT
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA
CON RESPONSABILIDAD SOCIAL

Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

UNAAT INVESTIGA

UNAAT
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

Parámetros fisicoquímicos en la interacción Temperatura-Tiempo de Frutos Nativos Tarmeños

Dr. Henry Juan Javier Ninahuaman
Mg. Edson Ramirez Tixe
Mg. Gina de la Cruz Calderón

unaat.edu.pe

CONFERENCIA Mg. Henry Juan Javier Ninahuaman / UNAAT

PARÁMETROS FISIQUÍMICOS EN LA INTERACCIÓN TEMPERATURA-TIEMPO DE FRUTOS NATIVOS TARMEÑOS

UNAAT
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA
CON RESPONSABILIDAD SOCIAL

Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

UNAAT INVESTIGA

UNAAT
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA ALTOANDINA DE TARMA

IV CONGRESO INTERNACIONAL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN, TARMA 2024

"Estabilidad de compuestos bioactivos y color en frutos nativos del distrito de Acobamba durante la postcosecha"

Equipo de investigación:

Mg. EDSON ELVIS RAMÍREZ TIXE

Dr. HENRY JUAN JAVIER NINAHUAMAN

Mg. GINA DE LA CRUZ CALDERÓN

CONFERENCIA Mg. Edson Elvis Ramirez Tixe / UNAAT

ESTABILIDAD DE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y COLOR EN FRUTOS NATIVOS DEL DISTRITO DE ACOBAMBA DURANTE LA POSTCOSECHA

Anexo 3.

Publicación de resultados en resumen científico



HENRY JUAN JAVIER NINAHUAMAN

Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

Ingeniero Agroindustrial. Docente Universitario de la Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma. Dr. Ciencias de la Educación. DDa. Ciencias en Medio ambiente y desarrollo sostenible. Investigador Renacyt. Investigaciones teóricas y/o aplicadas, originales, multidisciplinarias en el campo de la educación, administración, agroindustria, desarrollo sostenible e innovación de productos agroindustriales.

ORCID: 0000-0002-3864-4181

E-mail: hjavier@unaat.edu.pe

Parámetros fisicoquímicos en la interacción temperatura-tiempo de frutos nativos tarmaños

RESUMEN

El Perú tiene una amplia variedad de frutos nativos por su amplia zona diversificada, muchos de estos productos aún no fueron estudiados y los efectos de la temperatura en su almacenamiento es todavía materia de estudio. El objetivo de esta investigación es determinar la interacción de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en las propiedades fisicoquímicas de los frutos nativos tarmaños tumbo, moras y sauco. Obedece al paradigma cuantitativo del tipo experimental de tres factores (3^k). Analiza la acidez, pérdida de peso, pH y °Brix como efectos por la acción del Tipo de Fruto, Temperatura y los días de almacenamiento. Los resultados indican en el caso de las moras diferencia altamente significativa de la temperatura y la interacción Temperatura-Día en efectos a la acidez, siendo los 3°C y 12°C los de mayor efecto; efectos significativos de la temperatura, los días y su interacción con el pH, °Brix y la pérdida de peso.



EDSON ELVIS RAMIREZ TIXE

Universidad Nacional Autónoma Altoandina de Tarma

Ingeniero agroindustrial egresado de la Universidad Nacional del Centro del Perú, reconocido como investigador por RENACYT, con maestría e Seguridad Alimentaria Nutricional desarrolla trabajos de investigación en la línea de Seguridad Alimentaria, Compuestos Bioactivos y aprovechamiento de residuos agroindustriales.

ORCID: 0000-0003-3320-2605

E-mail: eramirez@unaat.edu.pe

Estabilidad de compuestos bioactivos y color en frutos nativos del distrito de Acobamba durante la postcosecha

RESUMEN

Los productos agroindustriales como los frutos nativos están teniendo un gran valor en el cuidado de la salud del consumidor debido a su concentración de compuestos bioactivos; estos fueron atribuidos con el cuidado de enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares, cáncer y la enfermedad de Alzheimer (Martnez-Navarrete et al. 2008). El color en los frutos y plantas es un indicador de ciertos compuestos bioactivos presentes en ellos, como las antocianinas, fenoles y flavonoides (Tomás-Barberán F. 2003). Estos compuestos han sido afectados por un inadecuado manejo postcosecha de los frutos debido a muchos procesos biológicos en la respiración, transpiración y senescencia de frutos climaterios. En la investigación se evaluaron la estabilidad de compuestos bioactivos y color en frutos de tumbo (*Passiflora mollissima*), mora (*Rubus ulmifolius*) y sauco (*Sambucus nigra* subsp) almacenados durante la postcosecha. Los frutos fueron cosechados, seleccionados y almacenados durante 24 días a temperaturas de 3 °C, 12 °C y 18 °C en envases de polietileno tereftalato previamente perforados.



<https://fondoeditorial.unaat.edu.pe>

2025 - Todos los derechos reservados