

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



**Influencia del empaque, temperatura y tiempo de
almacenamiento en las características fisicoquímicas y
sensoriales del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)**

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero Agroindustrial

Presentado por:
Bach. Max Eulogio Palomino Quispe

Asesor:
Dr. Agustín Julián Portuguesez Maurtua

Ayacucho - Perú

2024

DEDICATORIA

Con todo cariño y admiración a mis padres Eulogio y Lourdes; por haberme dado la vida y por brindarme la confianza, comprensión, paciencia y el apoyo incondicional, quienes sin escatimar esfuerzos son el soporte de toda mi formación tanto personal como profesional, a quienes respeto por su ejemplo de vida y a quienes amo con todo el corazón.

Con mucho cariño a mis estimadas hermanas por su decidido apoyo incondicional para la obtención de mis metas.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi alma mater por haberme acogido en sus instalaciones para forjarme una profesión.
- Al Dr. Agustín Julián Portugal Maurtua, por su amistad, apoyo y orientación en el desarrollo de la tesis en calidad de asesor.
- A los técnicos de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, por su valiosa ayuda en el desarrollo de este trabajo.
- A mis amigos y compañeros de estudio, por su amistad, apoyo y comprensión.

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó la influencia del tiempo (0; 7y 17 días), temperatura (20°C y 5°C) y empaques (polietileno de alta y baja densidad, perforada y sin perforar) en las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), proveniente del distrito de Huamanguilla. La investigación se realizó en los ambientes de los laboratorios de Procesos Agroindustriales y Biotecnología Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga – Ayacucho. Se diseñaron 24 tratamientos utilizando un diseño que incorporó a los tres factores de estudio con sus respectivos niveles de investigación. Según la conservación de los sólidos solubles, el tratamiento 14, es decir a un tiempo de 7 días de almacenamiento, a 5°C y en empaque de polietileno de baja densidad perforada conservó mejor la calidad comercial al fruto de aguaymanto, la variación de la acidez, nos indica que, a 7 días de almacenamiento, a 5°C en empaque de polietileno de alta densidad perforada y sin perforara, los frutos de aguaymanto conservan una calidad comercial, para la variable dependiente pérdida de peso, a un tiempo de 7 días de almacenamiento a 5°C en empaque de polietileno de baja densidad sin perforar (tratamiento 14) los frutos de aguaymanto se conservaron en mejor estado de calidad. La prueba de Duncan para el atributo sabor y color nos indica que el tratamiento 14 tuvo un alto nivel de aceptación.

Palabras claves: Empaque, polietileno, sensorial, conservación

ABSTRACT

In the present work, the influence of time (0, 7 and 17 days), temperature (20°C and 5°C) and packaging (high and low density polyethylene, perforated and unperforated) on the physicochemical and sensory characteristics of the product was evaluated. aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), from the Huamanguilla district. The research was carried out in the environments of the Agroindustrial Processes and Agroindustrial Biotechnology laboratories of the Faculty of Chemical Engineering and Metallurgy of the National University San Cristóbal de Huamanga – Ayacucho. 24 treatments were designed using a complete randomized design with factorial arrangement (Three factors 3A2B4C: 3 levels of A by 2 levels of B and 4 levels of C). According to the conservation of soluble solids, treatment 14, that is, at a time of 7 days of storage, at 5°C and in perforated low-density polyethylene packaging, better preserved the commercial quality of the aguaymanto fruit, the variation of the acidity, indicates that, after 7 days of storage, at 5°C in perforated and unperforated high-density polyethylene packaging, the aguaymanto fruits retain a commercial quality, for the dependent variable weight loss, at a time of 7 days of storage. Storage at 5°C in unperforated low-density polyethylene packaging (pull 14), the aguaymanto fruits were preserved in a better state of quality. The Duncan test for the flavor and color attributes indicates that treatment 14 had a high level of acceptance.

Keywords: Packaging, polyethylene, sensory, conservation.

ÍNDICE

	Pag.
Resumen	iv
Abstract	v
Introducción	1
I Problemática de la investigación	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación de problema	4
1.3. Objetivos	4
1.4. Hipótesis	5
1.5. Justificación	5
II Marco teórico	6
2.1. Antecedentes	6
2.2. Aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L)	8
2.3. Variedades y ecotipos	11
2.4. Características físicas del aguaymanto	12
2.4.1. Calibre	12
2.4.2. Color	12
2.4.3. Peso	14
2.4.4. Densidad	14
2.5. Características fisicoquímicas del aguaymanto	14
2.5.1. Sólidos solubles totales (SST)	15
2.5.2. Acidez	16
2.5.3. Índice de madurez	16
2.5.4. pH	17
2.6. Propiedades y aspectos nutricionales del fruto	17
2.6.1. Composición proximal	18
2.7. Índice y cosecha del aguaymanto	21
2.8. Antimicrobianos naturales	22
2.9. Caracterización físico química del aguaymanto	23
2.10. Compuestos bioactivos	23
2.11. Producción de aguaymanto	25
2.11.1. Producción nacional	25
2.11.2. Producción en la región Ayacucho	26

	Pag.
2.12. Tiempo de vida útil	27
2.13. Comportamiento del aguaymanto en poscosecha bajo condiciones de atmosfera modificada activa	28
2.13.1. pH del fruto	29
2.13.2. Sólidos solubles totales	29
2.13.3. Acidez total titulable	30
2.13.4. Índice de madurez	31
2.13.5. Firmeza del fruto	32
2.13.6. Pérdida de peso	33
2.14. Evaluación de las características físico químicas del aguaymanto	33
2.15. Empaque para aguaymanto	34
2.15.1. Importancia del empaque	35
2.16. Test de Friedman	35
2.17. Análisis sensorial	38
2.17.1. Tipo de pruebas sensoriales	39
III Material y métodos	44
3.1. Lugar de ejecución	44
3.2. Materia prima y material de empaque	44
3.2.1 Materia prima	44
3.2.2 Material de empaque	44
3.2.3. Materiales de laboratorio	45
3.2.4. Equipos	46
3.2.5. Reactivos	47
3.2.6. Software	47
3.3. Métodos de análisis	47
3.3.1. análisis de la materia prima	47
3.3.2. Producto final	47
3.4. Tipo de investigación	49
3.5. Nivel de investigación	50
3.6. Diseño experimental y análisis estadístico	50
3.6.1. Variables e indicadores	51
3.7. Preparación de la materia prima	54
3.8. Procedimiento experimental	61
3.8.1. Caracterización fisicoquímica y biométrica del aguaymanto fresco	61

	Pag.
3.8.2. Evaluación del efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto	61
IV Resultados y discusión	62
4.1. Caracterización fisicoquímica y biométricas del aguaymanto fresco	62
4.1.1. Caracterización fisicoquímica del aguaymanto fresco	62
4.1.2. caracterización biométrica del aguaymanto	63
4.1.3. Composición centesimal del aguaymanto	64
4.2. Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto	65
4.2.1. Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en los sólidos solubles	67
4.2.2. Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en el peso	71
4.2.3. Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en la acidez	75
4.2.4. Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en el índice de madurez	78
4.3. Evaluación del efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en las características sensoriales del aguaymanto	79
4.3.1. Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en la caracteriza sensorial sabor.	80
4.3.2. Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en la caracteriza sensorial sabor.	83
V Conclusiones	88
VI Recomendaciones	89
VII Referencias bibliográficas	90
Anexos	95

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Clasificación taxonómica del aguaymanto	11
Tabla 2. Calibres del aguaymanto	12
Tabla 3. Análisis fisicoquímico del aguaymanto según lugares de procedencia	15
Tabla 4. Contenido mínimo de sólidos solubles totales expresado como °Brix, de acuerdo con la tabla de color	16
Tabla 5. Contenido máximo de acidez expresado como porcentaje de ácido cítrico, de acuerdo con la tabla de color	16
Tabla 6. Índice de madurez mínimo expresado como ° Brix/porcentaje de ácido cítrico, de acuerdo con la tabla de color	17
Tabla 7. Composición fisicoquímica del aguaymanto verde y anaranjado	17
Tabla 8. Composición nutricional del aguaymanto	18
Tabla 9. Composición proximal del aguaymanto verde y anaranjado	19
Tabla 10. Caracterización físico-química de la pulpa de aguaymanto	23
Tabla 11. Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante del aguaymanto	24
Tabla 12. Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en la pulpa del Aguaymanto	24
Tabla 13. Producción nacional anual de aguaymanto	25
Tabla 14. Producción de aguaymanto por departamento (toneladas)	26
Tabla 15. Producción histórica de aguaymanto en la región Ayacucho	27
Tabla 16. Producción histórica de aguaymanto en los distritos de Vinchos y Víctor fajardo	27
Tabla 17. Clasificación de las pruebas sensoriales.	40
Tabla 18. Miliequivalentes de principales ácidos	48
Tabla 19. Diseño experimental	54
Tabla 20. Componentes físico químicos del aguaymanto fresco, obtenida de Huamaguilla	62
Tabla 21. Características biométricas del aguaymanto fresco	63
Tabla 22. Composición centesimal del aguaymanto fresco	64
Tabla 23. Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en la variación del peso, acidez, solidos solubles e índice de madurez del aguaymanto fresco.	66
Tabla 24. Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en la variación del solidos solubles	67

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Planta de aguaymanto	9
Figura 2. Fruto de aguaymanto	10
Figura 3. Tabla de color del aguaymanto	13
Figura 4. Clasificación de pruebas sensoriales	41
Figura 5. Operaciones en la preparación del Aguaymanto previo a los tratamientos experimentales	55
Figura 6. Frutos de aguaymanto con cáliz	56
Figura 7. Frutos de aguaymanto sin cáliz.	56
Figura 8. Frutos de aguaymanto seleccionado para los tratamientos experimentales	57
Figura 9. Frutos de aguaymanto de descarte (pequeñas, no maduras)	57
Figura 10. Lavado y desinfectado de la materia prima	58
Figura 11. Acondicionamiento de la materia prima en empaque de polietileno de alta densidad	59
Figura 12. Envasado de la materia prima en empaque de polietileno de baja densidad sin perforar (PBD)	59
Figura 13. Envasado de la materia prima en empaque de polietileno de baja densidad perforada (PBDP)	60
Figura 14. Almacenamiento de la materia prima a temperatura de 5 °C	60

INTRODUCCIÓN

El aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) se considera originario del Perú, aunque algunos antecedentes demuestran que proviene de Brasil y posteriormente se adaptó en las zonas altas de Chile y Perú. En épocas precolombinas existía de forma silvestre en la zona andina donde era un alimento tradicional. En Colombia en épocas posteriores se retrató en la zona de Tierradentro, departamento del Cauca donde comenzó su desarrollo a escala semi comercial, en la actualidad se desarrolla en Nariño, Cauca, Huila, Antioquia, Cundinamarca y Boyacá. (Madriñan, 2010).

Fischer et al., (2011) “reportan que el fruto de aguaymanto se destaca por su alto contenido en antioxidantes (ácido ascórbico y provitamina A), fosforo, hierro, proteína y fibra”.

“El fruto del aguaymanto viene envuelto por un capuchón o cáliz que mantiene al fruto sus características fisicoquímicas y su vida útil por más tiempo”. (FAO, 2006); “este cáliz es utilizado por los productores y comercializadores como un método visual para determinar su índice de madurez, normalmente coincide con la coloración del fruto”. (Galvis et al., 2005 y AMPEX, 2008). “También es usual que se presenten cálices verdes en frutos completamente maduros, por consecuencia de las condiciones climáticas (temperatura, radiación, nubosidad). Existe también el caso contrario, es decir, cálices amarillos y frutos totalmente verdes, cabe mencionar también que este cáliz puede ser atacado por enfermedades como el machorreo, mancha grasienta, mancha gris ploma, etc., los cuales pueden afectar o no el fruto, y ante esto, una alternativa es la extracción del cáliz, con lo cual la vida útil del aguaymanto disminuye considerablemente”. (Fisher et al., 2005).

“El aguaymanto tiene muchas expectativas y un potencial de crecimiento para Perú tanto en el mercado nacional e internacional, debido a la alta demanda por frutos con características naturales, orgánicas y funcionales. Actualmente en el Perú, se están dando oportunidades a la exportación de productos no tradicionales y su demanda creció continuamente de 367,335.54 a 376,196.74 kg en el año 2017 con respecto al año anterior, de los cuales 179,920.06 es en fresco representando un 47.83%”. (PROMPERU, 2020). Según los datos de Sierra y Selva exportadora (2020) el 2019, “la producción nacional de aguaymanto alcanzó las 1.607 toneladas, reflejando un incremento de 3.47% frente a las 1.553 toneladas producidas en 2018. En el 2019, se cosecharon 311 hectáreas de aguaymanto en nuestro país, 6.05% menos que las 331 hectáreas cosechadas en 2018. El rendimiento productivo promedio pasó de 4.7

T/ha en 2018 a 5.2 T/ha en 2019. Pero del volumen total exportado, el 82% corresponde a orgánico y el 18% convencional. En cuanto a la presentación despachada, el aguaymanto deshidratado representó el 92.6%, fresco 2.1%, congelado 1.65%. pues la vida útil del fruto en fresco es corta”.

El área del manejo postcosecha de los alimentos constituye un componente muy importante en la agroindustria, cuya finalidad es preservar la calidad y alargar el periodo de vida útil.

Según la FAO (1989), “La calidad del aguaymanto se deteriora con un inadecuado manejo y el incremento del tiempo, razón por la cual es necesario aplicar técnicas de conservación en la postcosecha, transporte y almacenamiento, los cuales son complementarios al uso de la baja temperatura y humedad relativa acorde con la naturaleza del alimento.

La aplicación de la tecnología de alimentos busca incrementar el periodo de vida útil del fruto con el control de diversos factores que coadyuven al mantenimiento de la estabilidad y propiedades fisicoquímicas con excelentes atributos aceptables para el consumidor.

De manera especial se debe conocer el comportamiento de sus propiedades fisicoquímicas del aguaymanto ante la presencia de diferentes tipos de empaques en su almacenamiento. Aun no se tienen estudios detallados que permitan conocer con más exactitud el efecto de los empaques, temperatura y tiempo de almacenamiento.

CAPÍTULO I

PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

“El aguaymanto es una fruta que tiene una cubierta de cáliz el cual suele ser un inconveniente para su comercialización ya que no permite apreciar bien las características del fruto que algunas veces puede estar dañado o no apto para el consumo”. Pauro (2016). Más del 90% de la comercialización a nivel mundial de aguaymanto es en su estado fresco, en los últimos años el requerimiento se ha centrado en los frutos sin cáliz, lo que implica ajustes en las actividades de acondicionamiento para su comercialización ya que el tiempo de vida útil se reduce considerablemente, siendo un inconveniente para las exportaciones. Huamaní L. y Navarrete R. (2016). Las investigaciones han demostrado que el tiempo de vida útil de los frutos frescos depende de la forma de almacenamiento de las frutas. Frutos almacenados en condiciones ambientales ostentan un tiempo de vida útil corto, porque las reacciones anabólicas y catabólicas son intensas, con mayor probabilidad si el almacenamiento es a temperaturas altas, si el fruto es climatérico, presencia de patógenos (hongos y levaduras), etc. por estas razones es imperante el manejo de almacenamiento poscosecha, para mantener la calidad y la vida útil del producto. Piccolo et al. (2020).

Entre los problemas que presenta el aguaymanto para aumentar su consumo y exportación, se tiene: la corta vida útil del fruto, la forma de presentación del fruto, la predisposición al rajado por ser una baya jugosa con una epidermis muy delgada, la disminución de la intensidad respiratoria, pérdida de peso, variación de acidez, aumento de sólidos solubles totales, cambios de pH, presencia de hongos y alteraciones en sus propiedades organolépticas; lo que hace necesario establecer un tiempo límite en el cual sus propiedades físicas y nutritivas permanezcan estables o con pérdidas no significativas durante la etapa de poscosecha.

1.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMA

Problema general

- ¿De qué manera afecta el empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento a las características fisicoquímicas y organolépticas del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)?

Problemas específicos

- ¿Cómo variarían las características fisicoquímicas del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) al ser almacenadas en empaques de polietileno de baja y alta densidad, perforadas y sin perforar a temperaturas de refrigeración y ambiente?
- ¿Cómo variarían las propiedades sensoriales color y sabor del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), al ser almacenadas en empaques de polietileno de baja y alta densidad, perforadas y sin perforar a temperaturas de refrigeración y ambiente?

1.3 OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar la influencia del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y sensorial del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) fresco.

Objetivos específicos

- Determinar los mejores tratamientos que mantenga los valores de sólidos solubles, % de acidez y peso a los 0; 7 y 17 días de almacenamiento del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), al utilizar empaques de polietileno de baja y alta densidad, perforada y sin perforar a temperaturas de 22 °C y 5 °C.
- Evaluar las características sensoriales de sabor y color a los 0; 7 y 17 días de almacenamiento del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), al utilizar empaques de polietileno de baja y alta densidad, perforada y sin perforar a temperaturas de 22 °C y 5 °C.

1.4 HIPÓTESIS

Hipótesis general

- El empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento influyen en la conservación de las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

Hipótesis específicas

- Los valores de sólidos solubles, % de acidez y peso a los 0; 7 y 17 días de almacenamiento del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), al utilizar empaques de polietileno de baja y alta densidad, perforada y sin perforar a temperaturas de 22°C y 5°C, varían, manteniendo los estándares de calidad.
- Las características sensoriales de sabor y color a los 0; 7 y 17 días de almacenamiento del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), al utilizar empaques de polietileno de baja densidad y alta densidad, perforada y sin perforar a temperaturas de 22 °C y 5 °C. varían, manteniendo los estándares de calidad.

1.5 JUSTIFICACIÓN

“Los consumidores día a día exigen que los alimentos estén frescos y mínimamente procesados estén exentos de sustancias de síntesis química, y buscan aquellos enriquecidos con sustancias de origen natural que traigan beneficios para su salud y que mantengan las características nutritivas y sensoriales de los productos adquiridos. Por lo tanto, se ha prestado una mayor atención en la búsqueda de nuevas sustancias de origen natural que permitan actuar como posibles fuentes alternativas de antioxidantes y antimicrobianos”. (Ponce et al., 2008).

Hoy en día es estratégico incrementar el periodo de vida útil de los frutos mediante el control de los factores que controlan y retrasan su deterioro, con ello mantienen sus características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Velásquez et al., (2021) en la investigación “Efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento en los parámetros fisicoquímicos y de color de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana*)”. este estudio evaluó el efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento postcosecha, sobre las propiedades fisicoquímicas e índice de madurez de frutos de aguaymanto. Se utilizó un diseño factorial de dos factores (temperatura y tiempo de almacenamiento). Los frutos de aguaymanto fueron colocados en empaques de polietileno tereftalato perforados y fueron almacenados en oscuridad a 4 °C, 12 °C y 20 °C. Las mediciones de °Brix, pH, acidez, índice de madurez y parámetros de color (L^* , a^* , b^*) se realizaron a los 0; 8; 17 y 27 días. Los frutos de aguaymanto que fueron almacenados a bajas temperaturas (4 °C) mostraron una ligera variación en su índice de madurez y presentaron una reducción en los parámetros L^* y b^* y un incremento del parámetro a^* a los 7 días de almacenamiento. Se observó un efecto significativo ($p < 0.05$) del tiempo y temperatura de almacenamiento postcosecha sobre el °Brix, pH, acidez, índice de madurez y los parámetros de color de frutos de aguaymanto.

Lanchero et al., (2007) “en el trabajo de investigación Comportamiento de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en postcosecha bajo condiciones de atmósfera modificada activa, indica que uno de los principales inconvenientes para la exportación de la uchuva es la apropiada conservación del fruto para su consumo posterior; en tal sentido, la técnica de atmósfera modificada crea un microambiente que permite controlar las tasas de transpiración, respiración y la mayoría de reacciones de maduración en frutos almacenados. El estudio tuvo como propósito determinar la mezcla de gases y el tipo de película de empaque a emplear para una adecuada conservación de la uchuva. Se evaluaron frutos con y sin cáliz, tres tipos de película

(polietilentreftalato-polietileno, polipropileno biorientado, polietileno y polyolefin) y cuatro concentraciones de gas (5% CO₂ y 5% O₂; 5% CO₂ y 10% O₂; mezcla comercial y mezcla ambiental) en un diseño estadístico de parcelas subdivididas. Para todas las unidades experimentales se emplearon 75 g de fruta empacados y almacenados a una temperatura de 7°C durante un mes; semanalmente se tomaron datos de variables físicas y químicas de tres unidades experimentales por cada tratamiento. Los frutos con cáliz conservaron mejor la firmeza y presentaron al término del ensayo un pH de 3,77; 13,1 °Brix y un índice de madurez de 9,3. La película de polyolefin mostró el mejor comportamiento y los frutos presentaron un pH de 3,8; 12,9 °Brix, índice de madurez de 9,9 y una pérdida de peso fresco de 0,75%. Para las distintas concentraciones de gas no se encontraron diferencias significativas. Los frutos almacenados sin empaque perdieron 4,58% de su peso inicial mientras los almacenados en empaque plástico y atmósfera artificial perdieron en promedio 0,48%”.

Alvarado et al., (2011) “en la investigación Influencia del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de granadilla, cuyo objeto de la investigación fue evaluar la influencia del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de granadilla en la postcosecha. Los tratamientos de empaque fueron bolsa de polietileno de baja densidad perforada y sin perforar, temperaturas de 6 °C y 10 °C, y tiempo de almacenamiento de 0; 10; 20; 30 y 40 días. La evaluación estadística empleándose un diseño factorial 2*2*5, con dos repeticiones se realizó con el programa PASW 18.0, mediante análisis de varianza (ANVA) y prueba de Duncan para comparaciones múltiples de las características fisicoquímicas de la granadilla a lo largo de todo el período de almacenamiento, así como, las pruebas de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney para la aceptabilidad general a los 40 días. En análisis realizado seleccionó como alternativas el empaque de la granadilla en bolsas de polietileno de baja densidad perforada o sin perforar, refrigerada a 6 °C, recomendando la primera de ellas”.

Rey (2011), “en el trabajo de investigación Modelo para el diseño y pruebas de empaques para uchuva en las empresas exportadoras de Bogotá y Cundinamarca, concluye que la competencia de los exportadores de frutas frescas por los mercados de destino promueve el desarrollo de estrategias de diferenciación del producto. La uchuva se constituye en el número uno en volumen de exportación de frutas exóticas en los últimos tres años en el país. A su vez competidores emergentes como Chile y

Brasil podrían incidir negativamente en esa tendencia creciente. Lo anterior sugiere la búsqueda de estrategias como los de empaques innovadores que satisfagan las necesidades de los consumidores actuales y potenciales. La innovación y la tecnología en nuevos materiales, empaques y métodos de conservación permiten agregar valor a la uchuva, al promover un aumento directamente proporcional en la calidad, mejorando su competitividad. El empaque actual de uchuva no se encuentra diferenciado, al analizar los utilizados por la mayoría de comercializadores internacionales, en relación con el diseño y los materiales empleados. El empaque de atmósfera modificada promueve la diferenciación del producto al incrementar la vida de anaquel, el no uso de preservativos químicos, la anulación en la producción de hongos como la Botrytis, la mejor presentación del producto y un empaque más higiénico. La temática de investigación sobre empaques para frutas tiene una tendencia creciente en los últimos años, con predominio de las líneas relacionadas con la calidad de la fruta, empaque y almacenamiento, atmósfera modificada y modelos matemáticos, los dos últimos con mayor predominio; lo que permite afirmar que se consolida como un área emergente desde el punto de vista tecnológico. Las universidades de España, Irlanda, India y Estados Unidos predominan en la investigación de empaques para frutas frescas. Para el diseño de los empaques, las empresas exportadoras tienen en cuenta las normas exigidas por los mercados foráneos, en particular los europeos. La selección de materiales de empaque la delega al fabricante de estos, perdiendo gran parte del control en esta fase. Salvo las pruebas microbiológicas, El Tesoro Fruit no realiza otra clase a empaques primarios y secundarios. Este hecho se constituye en un peligro latente en el momento en que los empaques se enfrenten a diversos peligros en la cadena de comercialización, sin conocer su desempeño a factores físicos y químicos que puedan afectar la calidad de la fruta. Aunque las empresas exportadoras manejan un protocolo de diseño para un nuevo empaque, como materiales que se pueden utilizar, dimensiones y diseño gráfico, no cuentan con un modelo que contemple todas y cada una de las variables a tener en cuenta que conduzcan a la mejora de la competitividad del sector”.

2.2 AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.)

“El aguaymanto es una especie frutal de origen andino, fue descubierto después de 500 años de estar en el olvido, perteneciente al género *Physalis*, familia *Solanaceae*, pariente de la papa, tomate, ají y rocoto. Es una fruta redonda, amarilla, con pulpa agri dulce dentro de las cuales pueden encontrarse gran número de semillas, es

pequeña entre 1,25 y 2,00 cm de diámetro, puede pesar de 4 a 10 g y permanece cubierto por el cáliz o capacho, durante todo su desarrollo. El color y aroma del fruto varía según los ecotipos, encontrándose desde color verde limón hasta amarillo dorado, cuando están maduros. La pulpa amarilla y jugosa, es muy agradable por su sabor azucarado, así como la materia mucilaginoso que rodea las semillas”. (Aparcana y Villarreal, 2014).

“Es un fruto andino que pertenece a la familia *Solanaceae*, y el cual se le conoce bajo diferentes nombres: aguaymanto (Perú), uchuva (Colombia), uvilla (Ecuador), Cape gooseberry o Inca Goldenberry (Europa), entre otros. El fruto es una baya jugosa de forma globosa u ovoide; con un diámetro entre 1,25 y 2,5 cm, con 4 a 10 g de peso; y que contiene en su interior alrededor de 100 a 300 semillas pequeñas. La estructura interior del fruto parece a un tomate en miniatura. Presenta un cáliz que cubre completamente el fruto durante todo su desarrollo y maduración, de forma que protege de insectos, pájaros, enfermedades y condiciones climáticas adversas”. (Tapia y Fries, 2007).

Figura 1

Planta de aguaymanto



Nota: Diario Extra (2021)

“El aguaymanto es redonda ovoide, del tamaño de una uva grande, con piel lisa, ceracea, brillante y de color amarillo, dorado, naranjas o verdes según la variedad. Su carne es jugosa con semillas pequeñas y suaves que pueden comerse. Cuando la flor cae, el cáliz se expande, formando una especie de capuchón o vejiga muy fina

que recubre la fruta. Cuando la fruta está madura, es dulce con ligero sabor agrio". (Palacios, 1993).

Figura 2

Fruto de aguaymanto



Nota: Diario Extra (2022)

Velásquez y Mestanza (2003), "señalan que el sabor del fruto está determinado por los azúcares, ácidos orgánicos y compuestos químicos volátiles presentes: cuando el fruto cambia de verde a maduro, el contenido de azúcares se eleva y los ácidos orgánicos disminuyen. La acidez se incrementa por corto tiempo y después disminuye, y desciende también el contenido de almidón, mientras que los sólidos solubles (principalmente azúcares) aumentan".

"El aguaymanto también conocido como "la cereza del Perú", fue parte de la dieta de los incas, pero su antigüedad es mayor. Es un fruto con gran potencial económico, que crece en la costa, sierra y selva del Perú, produciendo hasta 30 t/ha. Este fruto contiene propiedades medicinales, es una excelente fuente de vitaminas A y C, proteínas, fósforo y complejo vitamínico B, donde se viene valorando por su alto contenido de ácido ascórbico (Vitamina C), carotenoides, que son compuestos naturales y contienen propiedades nutraceuticas". (Palencia, 2010).

En la tabla 1, se presenta la clasificación taxonómica del aguaymanto.

Tabla 1*Clasificación taxonómica del aguaymanto*

Jerarquía	Descripción
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Angiospermae
Clase	Magnoliosida
Subclase	Ateridae
Orden	Tubiflorales
Familia	Solanaceae
Genero	<i>Physalis</i>
Especie	<i>Physalis peruviana</i> L.
Nombre común	Capulí, aguaymanto, uchucva, uvilla, tomatillo

Nota: Doster et al. (2011)

“El fruto del aguaymanto empieza a tener importancia comercial desde los años ochenta, por sus características de aroma y sabor dulce, en los mercados nacionales y extranjeros. Actualmente existen plantaciones comerciales con fines de exportación en Ecuador, Colombia Chile y Sudáfrica principalmente. El aguaymanto por ser una planta en estado silvestre, ella misma por selección natural se ha mejorado, siendo resistente al ataque de plagas y enfermedades, es destruida casi únicamente por la larva de un lepidóptero que dañan los frutos maduros”. (AMPEX, 2008).

2.3 VARIEDADES Y ECOTIPOS

“El género *Physalis* incluye unas 100 especies herbáceas perennes y anuales, cuyos frutos se forman y permanecen dentro del cáliz. La *Physalis peruviana* es la más utilizada por su fruto azucarado. Se han identificado tres ecotipos de aguaymanto que se cultivan, que proceden de Kenia, Sudáfrica y Colombia, de donde han tomado sus nombres, que se diferencian por el color y el tamaño del fruto, por la forma del cáliz y por el peso de los frutos cuando maduran. Los ecotipos Sudáfrica y Kenia tienen un peso promedio de 6 a 10 g, mientras que el de origen colombiano es más pequeño y puede pesar entre 4 y 5 g. Así mismo muestra coloraciones vivas y mayor contenido de azúcar, cualidad que le brinda una ventaja en los mercados internacionales. En relación con el arquetipo de las plantas, también se presentan

diferencias: el ecotipo Colombia es alto y de hojas pequeñas mientras que el ecotipo Sudáfrica se caracteriza por su porte bajo y hojas más grandes”. (AMPEX, 2008).

2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUAYMANTO

Herrera et al. (2000), “indica que los métodos físicos se basan en alguna cualidad física de la fruta, como el color, tamaño, peso, textura, entre otros. Teniendo en cuenta que la fructificación del aguaymanto es escalonada, la edad del fruto como índice de madurez puede generar confusiones. El parámetro físico más utilizado para evaluar la madurez es el color”.

2.4.1 Calibre

“El diámetro o calibre del fruto es bastante variable que va desde 1.25 a 2.50 cm, en casos raros sobre todo en primeros frutos, supera los 2.50 cm. el tamaño del fruto, básicamente depende del tipo genético de la planta, lo cual puede ser grande o pequeño el fruto del aguaymanto según la variedad de la planta. Asimismo, el color depende de la variedad. Por lo tanto, el color como el tamaño del fruto de una misma variedad están relacionados, ya que a medida que alcanza la madurez el fruto, tenderá a crecer el tamaño y se intensificará el color y se determina por el diámetro ecuatorial de cada fruto”. (Herrera et al., 2000).

En la Tabla 2, se encontraron 5 calibres del aguaymanto y su tolerancia para su comercialización hecho por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (NTC 4580).

Tabla 2

Calibres del aguaymanto

Diámetro (mm)	Calibre	Tolerancia
Menor igual a 15	A	Se admite el 10% por numero o peso de aguaymanto que se encuentre en un calibre inmediatamente superior o inferior al especificado en el empaque
15,1 – 18	B	
18,1 – 20	C	
20,1 – 22	D	
Mayores o iguales a 22, 1	E	

Nota: NTC 4580 (1999)

2.4.2 Color

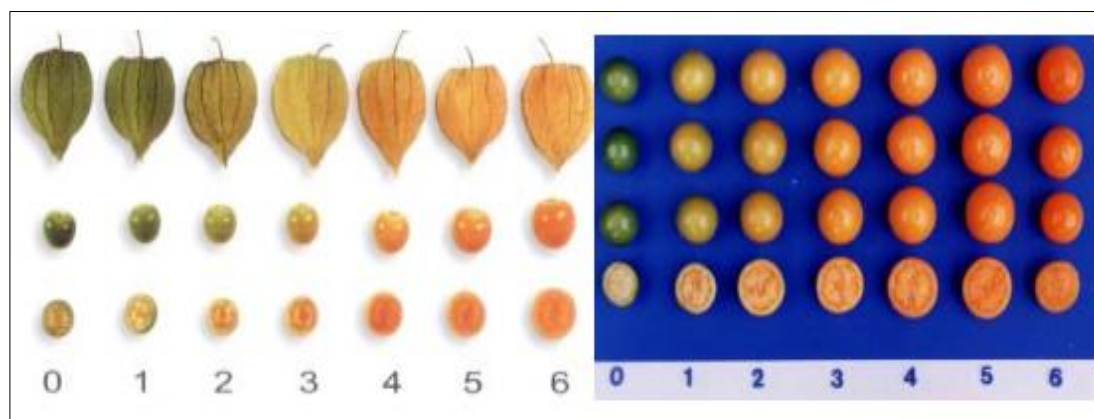
“El parámetro físico más utilizado para evaluar la madurez es el color de la fruta dado que es un método sencillo, rápido y económico, pero no es muy confiable, por lo que

debe combinarse con algún otro parámetro para tener mayor confiabilidad sobre el estado de madurez de la fruta”. (Puentes et al., 2011).

Castañeda y Paredes (2003), “estudiaron la evolución de algunas propiedades físicas del aguaymanto en cultivos de Cundinamarca, encontraron que la piel y la pulpa del aguaymanto cambian de color de manera simultánea y alrededor de los 35 días la baya comienza a cambiar de un color verde-intenso hacia un color amarillo (Figura 3), que se intensifica alrededor del día 63, mientras que la pulpa presenta una coloración amarilla característica de la madurez de consumo. En el día 84 la coloración se torna naranja, lo cual indica que el fruto está sobre maduro”.

Figura 3

Tabla de color del aguaymanto



Nota: Aguaymanto tomada de una finca de Ubaté (Cundinamarca) y clasificada en seis estados de madurez según su color. Castañeda y Paredes (2003).

- Color 0 : Fruto fisiológicamente desarrollado de color verde oscuro.
- Color 1 : Fruto de color verde un poco más claro.
- Color 2 : El color verde se mantiene en la zona cercana al cáliz y hacia el centro del fruto aparecen unas tonalidades anaranjadas.
- Color 3 : Fruto de color anaranjado claro con visos verdes hacia la zona del cáliz.
- Color 4 : Fruto de color anaranjado claro.
- Color 5 : Fruto de color anaranjado.
- Color 6 : Fruto de color anaranjado intenso.

2.4.3 Peso

“El peso de los frutos varía grandemente de acuerdo a los ecotipos, desde 1,70 a 10 g. El número de frutos por planta puede llegar a tener más de 2000, según el manejo tecnológico que se le dé. Fruto que pesa casi 10 gramos y de diámetro supera los 2,5 cm”. (Herrera et al., 2000).

Herrera et al., (2000), “determinó que el peso individual varía según su tamaño, el cual aumenta hasta alcanzar la madurez. En promedio para frutos maduros en diferentes ecotipos el peso del cáliz representa entre el 3 y el 11%. Así mismo, se han encontrado altos índices de redondez y esfericidad del fruto. De igual manera el autor ha mencionado que el peso es inferior a 1 antes de la madurez, lo cual significa también que el color tiene alguna relación con el peso específico, la densidad del fruto y con la gravedad específica. Indicadores físicos como éstos son importantes para el transporte y seleccionado del fruto”.

2.4.4 Densidad

Se determina conociendo la relación masa y volumen del fruto, conocido también como masa específica o peso específico

Mendoza y Rodríguez (2012), “reportan que la densidad del aguaymanto maduro es de 1,031 g/cm³, mientras que Martín, Cortés y Montoya (2009), determinaron una densidad de 1,038 g/cm³ para el aguaymanto”.

2.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUAYMANTO

“Las características fisicoquímicas del aguaymanto en diferentes coloraciones del cáliz y sistemas de manejo. Los autores lograron concluir que la cosecha de los frutos de aguaymanto debe realizarse a partir de la fase tres de coloración: es decir, amarillo-verdoso, ya que los frutos presentan los atributos físicos y químicos mínimos de calidad requeridos para su comercialización”. (Severo et al., 2009).

En la Tabla 3, se observa que los frutos presentaron un alto contenido de humedad (=80%), pH ácido, valor no muy elevado de °Brix, porcentaje de acidez moderadamente bajo y un índice de madurez entre 5,1 y 5,6, lo que revelan Aparcana y Villareal (2014), un estado de madurez idóneo para el consumo humano.

Tabla 3*Análisis fisicoquímico del aguaymanto según lugares de procedencia*

Pruebas	Procedencia			
	Huánuco	Junín	Ancash	Cajamarca
pH	4,00	4,00	4,00	4,00
Humedad (%)	80,95	80,00	81,81	80,04
°Brix	13,50	14,00	14,20	14,30
Acidez (%)	2,40	2,59	2,64	2,80
Índice de madurez	5,62	5,40	5,11	5,11

Nota: Aparcana I. y Villareal L. (2014)

2.5.1 Sólidos solubles totales (SST)

“Uno de los aspectos que se refleja la madurez es el comportamiento de los sólidos solubles totales (SST) o grados Brix. El contenido de SST está constituido por 80 a 95% de azúcares y la medida de SST se encuentra asociada con los azúcares disueltos en el jugo celular”. (Fisher y Martínez, 1999); estos autores afirman que la cantidad de azúcares en el fruto depende principalmente de la variedad, del rendimiento asimilatorio de las hojas, de la relación hoja/fruto, de las condiciones climáticas durante el desarrollo del fruto, del estado de desarrollo y de la madurez. Velásquez y Mestanza (2013), “evaluaron que el sabor del fruto está determinado por los azúcares, ácidos orgánicos y compuestos químicos volátiles presentes; cuando el fruto cambia de verde a maduro, el contenido de azúcares se eleva y los ácidos orgánicos disminuyen y desciende también el contenido de almidón mientras que los sólidos solubles aumentan”. Fisher y Martínez (1999), “corroboraron que el fruto del aguaymanto que presenta su contenido de azúcares más alto ha alcanzado su madurez fisiológica”.

Agronet (2010), “sostiene que, entre los métodos químicos, el más conocido a nivel de campo es el de sólidos solubles o °Brix, el cual es un indicador de la cantidad de azúcares que presenta la fruta. Así a mayor cantidad de azúcares, mayor grado de madurez de la fruta”.

“A medida que el fruto madura, disminuye los contenidos de almidón y aumenta la concentración de azúcares solubles, en especial sacarosa (Ver tabla 4), mientras disminuye la concentración de ácidos orgánicos, siendo el predominante el ácido cítrico”. (Fischer, 2000).

Tabla 4

Contenido mínimo de sólidos solubles totales expresado como °Brix, de acuerdo con la tabla de color

Color	0	1	2	3	4	5	6
°Brix (mínimo)	9,4	11,4	13,2	14,1	14,5	14,8	15,1

Nota: NTC 4580 (1999)

2.5.2 Acidez

“La acidez total titulable, como medida general de la presencia de ácidos en el fruto, presenta un comportamiento típico de disminución durante la maduración del fruto de aguaymanto. Este fruto se caracteriza por presentar alta acidez total titulable que puede oscilar entre 1,5% y 4%. La disminución de la acidez total titulable es atribuida principalmente a la utilización de los ácidos orgánicos como sustratos respiratorios y a la conversión de estos en azúcares”. (Novoa, 2006).

NTC (1999), “indica que la acidez en el aguaymanto presenta un comportamiento similar, disminuyendo hasta el día 73, tiempo después del cual se estabilizó. La acidez final alcanza a 1,5 % de ácido cítrico, lo que le da un sabor particular al aguaymanto”.

En la tabla 5, muestra el contenido de acidez expresado en % de ácido cítrico en cada estado de madurez (color) según la Norma Técnica Colombiana 4580 (1999).

Tabla 5

Contenido máximo de acidez expresado como porcentaje de ácido cítrico, de acuerdo con la tabla de color

Color	0	1	2	3	4	5	6
% Ácido cítrico (máximo)	2,69	2,70	2,56	2,34	2,03	1,83	1,68

Nota: NTC 4580 (1999)

2.5.3 Índice de madurez

La madurez ha sido definida como la transición entre el desarrollo y la senescencia de los frutos. El índice de madurez determina el grado de maduración de los frutos como resultante de la relación entre los SST (°Brix) y el porcentaje de acidez de los frutos. Un fruto tropical como el aguaymanto, es su óptima madurez, muestra la mayor cantidad de carbohidratos y a su vez presenta la menor concentración de

acidez, es decir, el índice de madurez tiene una relación directa con la cantidad de azúcares en el fruto, mientras que con la acidez va disminuyendo (Duque et al., 2011). La tabla 6, consolida el comportamiento de los sólidos solubles totales y la acidez, ya que en ella se presenta la evolución del índice de madurez.

Tabla 6

Índice de madurez mínimo expresado como ° Brix/porcentaje de ácido cítrico, de acuerdo con la tabla de color

Color	0	1	2	3	4	5	6
°Brix /% Ácido (mínimo)	3,5	4,2	5,2	6,0	7,1	8,1	9,0

Nota: NTC 4580 (1999)

2.5.4 pH

En la tabla 7, muestra que el fruto a medida que va madurando el pH aumenta, esto porque consigue que las enzimas descompongan la clorofila y endulcen la fruta.

Veliz y Espinoza (2010), reportan: “Al evaluar el fruto del aguaymanto en estado verde es de 12 °Brix, 3,1 pH y 2,4% de acidez titulable; mientras que el fruto del aguaymanto en estado anaranjado son de 13,5 °Brix, 3,5 pH y 1,4% de acidez titulable.

Tabla 7

Composición fisicoquímica del aguaymanto verde y anaranjado

Componentes	Verde	anaranjado
pH	3,1	3,5
Sólidos solubles	12	13,5
Acidez	2,4	1,4
°Brix /% Ácido	5	9,64

Nota: Veliz, N y Espinoza, C. (2009)

2.6 PROPIEDADES Y ASPECTOS NUTRICIONALES DEL FRUTO

“El aguaymanto es excelente fuente de vitamina A (1,1 mg/100 g), importante para el desarrollo bueno del feto y esencial para una vista buena y la vitamina C (28 mg/100 g) contribuye a la salud de la piel, muy rico en fósforo (39 mg/100 g), indispensable para prevenir la osteoporosis, y en hierro (0,34 mg/100 g), un mineral esencial para la formación y purificación de la sangre y que está en la deficiencia de numerosas

mujeres embarazadas, ayuda a eliminar albumina de los riñones y tiene un sabor agri dulce dejando en el paladar un aroma muy agradable”. (Arrayan, 2011).

El aguaymanto es usado en la industria terapéutica, química y farmacéutica, para curar la diabetes, y prevenir las enfermedades como cataratas, miopía (tonifica el nervio óptico), también se le atribuye aliviar las afecciones de garganta, próstata, ser un calcificador, controlar la amibiasis y según estudios, disminuye de una manera importante los riesgos de enfermedades cardiovasculares, entre otros gracias a su actividad de antioxidante y es utilizada como tranquilizante natural por su contenido de flavonoides.

En la tabla 8, se presenta la composición nutricional del aguaymanto.

Tabla 8

Composición nutricional del aguaymanto

Factor nutricional	Contenido (por cada 100 g de porción comestible)
Calorías	54,0
Agua	19,6
Proteínas	1,1 g
Grasa	0,4 g
Carbohidratos	13,1 g
Fibra	4,8 g
Ceniza	1,0 g
Calcio	7,0 mg
Fosforo	38,0 mg
Hierro	1,2 mg
Vitamina A	648 U.I.
Tiamina	0,18 mg
Riboflavina	0,03 mg
Niacina	1,3 mg
Ácido ascórbico	26 mg

Nota: AMPEX (2008)

2.6.1 Composición proximal

El fruto de aguaymanto contiene valores destacables de nutrientes como fibra, proteína, después del agua, los carbohidratos son los compuestos presentes en mayor proporción en la pulpa, a continuación, se muestra la composición proximal del aguaymanto en la tabla 9.

Tabla 9*Composición proximal del aguaymanto verde y anaranjado*

Componentes	Verde	anaranjado
Humedad	83,38	83,45
Carbohidratos	10,16	11,99
Proteínas	0,83	0,85
Grasa	1,33	1,33
Fibra	2,31	2,16
Ceniza	1,99	0,22

Nota: Veliz, N y Espinoza, C. (2009)

2.6.1.1 Carbohidratos

“Los carbohidratos en el fruto del aguaymanto dependen de muchos factores, entre ellos el estado de madurez en la cosecha. Los carbohidratos están entre los principales compuestos que determinan el sabor de los frutos, son un indicativo del estado de desarrollo y son los principales sustratos respiratorios del fruto. En general, el contenido de carbohidratos totales se incrementa durante el desarrollo del fruto. El aguaymanto en estados inmaduros presenta altos niveles de almidón, el cual aumenta desde el cuajado del fruto y alcanza su máximo nivel 20 días después, para posteriormente hidrolizarse durante la maduración. La primera consecuencia de la hidrólisis de almidón es el aumento de los azúcares solubles”. (Fischer, 2000).

Fischer y Ludders (2007), “indicaron que el cáliz está implicado en la producción y en la translocación de carbohidratos, principalmente de la sacarosa. Con su eliminación, el desarrollo del fruto es más lento, lo cual se aprecia por los contenidos de almidón. Así el cáliz tiene, no solamente una función protectora, sino también, es una fuente importante para los asimilados, especialmente en la etapa temprana del crecimiento del fruto”.

2.6.1.2 Proteínas

El método Kjeldhal se basa en la destrucción oxidativa de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado, formándose sulfato de amonio que en exceso de hidróxido de sodio libera amoníaco, el que se destila recibiendo en:

- Ácido sulfúrico donde se forma sulfato de amonio y el exceso es valorado con hidróxido de sodio en presencia de rojo de metilo.

- Ácido bórico formándose borato de amonio el que se valora con ácido clorhídrico (Castillo, 2011).

Repo y Encina (2008), determinaron que el aguaymanto tuvo mayor contenido de proteínas, 1,9 g/100 g, con respecto a otras frutas estudiadas (papaya de monte, tomate de árbol y tuna), además de contener fuentes de hierro y zinc.

2.6.1.3 Humedad

El contenido de agua en los alimentos es uno de los elementos más importantes y variables por lo que su determinación exacta resulta difícil, principalmente en los alimentos vegetales y frutales, el porcentaje de humedad es mayor, comparando con otros alimentos que de igual manera poseen humedad en su conjunto (Castillo, 2011).

La determinación de este parámetro es importante para conocer la concentración en la que se encuentran cada uno de los nutrientes del alimento, de la misma forma, indicar la estabilidad del mismo y así poder establecer las condiciones de almacenamiento. En la determinación de humedad existen varios métodos y cada uno depende de factores como: la naturaleza de la muestra, la rapidez del método y la exactitud deseada, para obtener un resultado confiable (Castillo, 2011).

2.6.1.4 Grasa

“Consisten en una diversidad de sustancias lípidas. El contenido de grasa cruda se puede considerar como compuesto de lípidos libres, es decir, aquellos que pueden ser extraídos por disolventes menos polares como éter, hexano, éter dietílico, petróleo”. (Castillo, 2011).

“Los compuestos grasos provienen de las semillas del fruto, las condiciones climáticas, así como de riego provocan una disminución o incremento en el contenido de grasas”. (Macías, 2011).

2.6.1.5 Fibra

“La fibra dietética es uno de los componentes de las plantas que es comestible, está formada por carbohidratos que son resistentes a la digestión y a la absorción en el intestino delgado humano y así mismo que pueden ser total o parcialmente fermentada en el intestino grueso” (Castillo, 2011).

“El aguaymanto es considerado un alimento con un porcentaje alto de fibra bruta, la cual incluye a la hemicelulosa, la pectina y ácidos grasos”. (Macías, 2011).

“La fibra puede ser clasificada en dos grupos, fibra soluble y fibra insoluble. Para la determinación de cada uno de las clasificaciones se emplean diferentes métodos cuantitativos, ya que hay unos que identifican y cuantifican cada una de las fracciones de la fibra bruta (insolubles), otros de la fibra total (soluble e insoluble). Al hablar de fibra bruta se hace referencia al residuo orgánico combustible o insoluble generado después de someter la muestra en determinados tratamientos sucesivos con petróleo ligero, ácido sulfúrico diluido hirviendo, hidróxido de sodio diluido hirviendo, ácido clorhídrico diluido, en alcohol y éter. Dejando así el residuo el cual contiene celulosa, lignina y hemicelulosa” (Castillo, 2011).

2.6.1.6 Cenizas

“Las cenizas de los alimentos se encuentran formadas por residuos orgánicos que quedan después de someter a la materia orgánica a una calcinación; estas no necesariamente tienen la misma composición que la materia mineral presente en el alimento general, ya que pueden existir pérdidas por volatilización o provocadas por alguna interacción entre los componentes presentes en el alimento analizado. Para la determinación de cenizas se siguen principalmente dos métodos, es seco y vía húmeda” (Castillo, 2011).

2.7 ÍNDICE Y COSECHA DEL AGUAYMANTO

“El aguaymanto se considera una fruta climatérica, es decir que una vez separada de la planta, continúan todos sus procesos de maduración; por esta razón es importante identificar el momento preciso para realizar la recolección. Existen varios métodos para definir el momento apropiado de la cosecha, sin embargo, el color del cáliz o capacho es el más utilizado por los productores y comercializadores”. (AMPEX, 2008).

La planta de aguaymanto produce sus mejores y más grandes frutos durante los primeros meses de cosecha. Con un manejo agronómico adecuado un cultivo de aguaymanto puede producir fruta de buena calidad durante un año.

“Posteriormente el tamaño de la fruta disminuye y la calidad se ve afectada. Se recomienda comercializar la fruta durante las siguientes 12 horas después de la cosecha, de lo contrario deberá almacenarse a una temperatura de 4 °C y 90% de humedad relativa” (Cahuapaza y Matos, 2011).

La velocidad a la que una fruta consume alimento o respira, depende de muchos factores, entre los cuales cabe mencionar: la temperatura, es el factor que mayor

influencia ejerce sobre la velocidad de respiración de la fruta. Las temperaturas altas aceleran el proceso de respiración llevando rápidamente al deterioro de la fruta. Sin embargo, las temperaturas muy bajas también pueden ocasionar daño al producto. Por esto es necesario determinar la temperatura adecuada para cada producto. El aguaymanto es una fruta con una tasa de respiración relativamente baja, sin embargo, es recomendable mantenerla a baja temperatura, alrededor de los 3 °C, máximo 7 °C (Benavides y Cuasqui, 2008).

2.8 ANTIMICROBIANOS NATURALES

“Cada vez se descubren más plantas o partes de estas que contienen antimicrobianos naturales, por ejemplo, los que incluyen compuestos fenólicos provenientes de cortezas, tallos, hojas, flores, ácidos orgánicos presentes en frutos y fitoalexinas producidas en plantas, por lo que ya no solo tendremos mayor seguridad, sino mejor calidad de los alimentos ya que este tipo de antimicrobianos se consideran como fuentes potencialmente seguras”. (Puente, 2011).

“La actividad antimicrobiana de hierbas y plantas es generalmente atribuida a los compuestos fenólicos presentes en sus extractos o aceites esenciales, y se ha observado que la grasa, proteína, concentración de sal, pH y temperatura afectan la actividad antimicrobiana de estos compuestos”. (Puente, 2011).

“Las plantas, hierbas y especias, así como, sus derivados, aceites esenciales y compuestos aislados de extractos contienen un gran número de sustancias que se sabe que inhiben diversas actividades metabólicas de las bacterias, levaduras y mohos. Los aceites esenciales del anís, la zanahoria, el cardamomo, la canela, clavo de olor, cilantro, eneldo, hinojo, ajo, nuez moscada, orégano, perejil, romero, salvia o el timol son inhibidores de diversas bacterias de descomposición o patógenas, mohos y levaduras”. (Valencia, 2009).

“El efecto inhibitor que algunos extractos de vegetales pueden tener sobre las bacterias de importancia, radica en sus componentes activos, que parecen actuar permeabilizando la membrana, manifestando propiedades antimicrobianas, en particular contra los patógenos de transmisión alimentaria; se puede mencionar el ácido camósico en el romero, capsaicina en el ají, carvacrol y el timol en el orégano, la curcumina en la cúrcuma, el eugenol en el clavo de olor, laurel y albahaca, alicina en el ajo, quercitina de la cebolla, extractos de olivo y arándano, y muchos más”. (Campos et al., 2011).

“Los aceites esenciales son una mezcla de componentes volátiles, producto del metabolismo secundario de las plantas. Las esencias son mezclas complejas en cuya composición se encuentran los hidrocarburos como terpenos, ésteres, aldehídos y compuestos fenólicos, los cuales son los responsables del aroma que caracteriza a los aceites esenciales. La actividad antifúngica de los aceites esenciales se asocia al contenido de fenoles monoterpenos especialmente el de tomillo (*Thymus vulgaris* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.) y clavo (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). Su mecanismo de acción se asocia con la capacidad de interactuar con el citoplasma del patógeno y su modo de acción parece estar estrechamente relacionado con la solubilidad de cada compuesto”. (Ramos–García, 2010).

2.9 CARACTERIZACIÓN FÍSICO - QUÍMICA DEL AGUAYMANTO

Estos frutos presentan niveles de humedad altos propios de los vegetales frescos, una alta actividad de agua como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 10

Caracterización físico-química de la pulpa de aguaymanto

Análisis	Duque et al. (2011)	Málaga (2013)
Humedad (%)	86,10 ± 0,45	85,80
Actividad de agua	0,99 ± 0,00	-
Sólidos solubles (°Brix)	13,60 ± 0,59	13,70 ± 0,60
pH	3,80 ± 0,1	3,58 ± 0,15
Acidez (*)	1,59 ± 0,11	1,59 ± 0,13

Nota: (*) Reportado como porcentaje de ácido cítrico.

2.10 COMPUESTOS BIOACTIVOS

Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas presentan una vida útil muy corta debido a limitaciones microbiológicas, sensoriales y nutricionales. En este caso, las investigaciones que se están desarrollando actualmente se centran en incluir en las formulaciones la utilización de conservantes para retardar el crecimiento de levaduras, mohos y bacterias durante su almacenamiento y distribución, contribuyendo así a aumentar su vida útil (Pastor, 2010).

El aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) contiene entre otros nutrientes compuestos bioactivos tales como ácido ascórbico, β-caroteno (provitamina A) y compuestos fenólicos, entre otras vitaminas que podría proporcionar efecto fisiológicamente en la

salud, en el funcionamiento del organismo o en el bienestar, mayor que el proporcionado por los nutrientes sencillos que contiene, dado que se conoce que existe un efecto sinérgico entre los compuestos que presenta un alimento con estas características (Repo, Encina, & Ureña, 2012).

En la tabla 11 y 12, se muestran los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante presentes en el fruto y pulpa de aguaymanto respectivamente.

Se le han atribuido muchas propiedades medicinales tales como antiasmático, diurético, antiséptico, sedante, analgésico, fortifica el nervio óptico, alivia problemas de garganta, elimina parásitos intestinales; además se reportan sus propiedades antidiabéticas, recomendando el consumo de 5 frutos diarios (Rodríguez, 2007).

Tabla 11

Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante del aguaymanto

Componentes		Contenidos
Ácido ascórbico (mg/100g)		28,55 ± 0,10
Carotenos totales (mg β-caroteno/100g)		1,77 ± 0,22
Compuestos fenólicos (mg de ácido clorogénico / 100g)		79,23 ± 0,41
Capacidad antioxidante (μg eq-trolox/g)	DPPH	249,23 ± 8,01
	ABTS	Hidrofílica 288,95 ± 3,62
		Lipofílica 297,51 ± 4,23

Nota: Repo, Encina, & Ureña (2012).

Tabla 12

Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en la pulpa del aguaymanto

Componentes		Base húmeda	Base seca
Ácido ascórbico (mg/100g)		22,28 ± 0,44	156,93 ± 3,11
Carotenos totales (mg β-caroteno/100g)		2,58 ± 0,44	18,15 ± 3,08
Compuestos fenólicos (mg de AGE/ 100g)		55,07 ± 2,65	387,81 ± 18,63
Capacidad antioxidante (μg eq-trolox/g)	Hidrofílica	3,65 ± 2,20	25,73 ± 1,40
	Lipofílica	0,30 ± 0,60	2,20 ± 0,35
	ABTS	Total 3,96 ± 0,23	27,93 ± 1,54

Nota: Málaga (2013).

2.11 PRODUCCIÓN DE AGUAYMANTO

2.11.1 Producción nacional

“Este fruto se cultiva en nuestro país desde tiempos ancestrales y fue uno de los más venerados en el incanato por sus propiedades nutricionales y su forma de perla con intenso color amarillo que denota su alta concentración de caroteno. En nuestro país los departamentos de producción de aguaymanto son: Amazonas, Apurímac, Ancash, Arequipa, Ayacucho, Huánuco, Huancavelica, Junín, Lambayeque, Pasco, Cajamarca, Ancash, Lima, Cusco y Moquegua.”

Al año 2019 se registró un aproximado de 311 hectáreas de aguaymanto con una producción de 1607 toneladas, según reportes de las Direcciones Regionales; sin embargo, no se dispone de información de algunas zonas de producción, como las que se encuentran en Ancash, Ayacucho, Cusco, Moquegua, Cajamarca (Celendín, San Miguel, San Pablo) y en Puno (Ollachea) (Sierra y selva exportadora. 2020)

Tabla 13

Producción nacional anual de aguaymanto

Año	Producción (TM)	Cosecha (Ha)	Rendimiento (TM/Ha)
2015	722	153	4,7
2016	917	234	3,9
2017	1275	289	4,4
2018	1553	331	4,7
2019	1607	331	5,2
% Variación (2015-2019)	17,4%	15,2%	1,9%

Nota: Sierra y selva exportadora (2020)

En el 2020, al mes de octubre, se tuvo una producción de 1573 toneladas, destacando la región de Huánuco que tiene más del 80% de participación del total de la producción nacional de aguaymanto. Tal como se muestra en la tabla 14

Tabla 14*Producción de aguaymanto por departamento (toneladas)*

Departamento	2015	2016	2017	2018	2019	2020 (p)
Total	722	917	1275	1553	1067	1573
Huánuco	512	659	934	1224	1263	1277
Cajamarca	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	176
Junín	n.d.	n.d.	17	61	60	48
Lambayeque	37	156	159	154	207	34
Pasco	25	18	69	59	37	29
Huancavelica	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	13	4
Amazonas	34	29	2	4	6	2
Apurímac	40	33	36	34	12	2
Arequipa	15	23	34	12	9	n.d.
La Libertad	n.d.	n.d.	n.d.	5	n.d.	n.d.

Nota: (p) provisional al mes de octubre.

n.d.: no disponible

Sierra y selva exportadora (2020)

Huánuco, a nivel nacional lidera las regiones productoras en esta cadena, el cultivo es mayormente orgánico y destinado a la exportación

2.11.2 Producción en la región Ayacucho.

En la región Ayacucho, la producción histórica de aguaymanto en los últimos 10 años ha presentado un crecimiento estable; pues esta producción creció debido a factores como el incremento de la demanda del fruto en el exterior; esta tendencia se observa en la tabla 15, donde se aprecia que a partir del año 2003 la tendencia es creciente sostenible. En los últimos años, la producción muestra un crecimiento notable alcanzando su pico más alto en los años 2012-2013 con una producción de 635 Tm. (Navarro L. 2015)

Tabla 15*Producción histórica de aguaymanto en la región Ayacucho*

Campaña agrícola	Producción (TM)	Hectáreas (ha)	Rendimiento
2009 – 2010	350,00	41,67	8,40
2010 – 2011	440,00	51,76	8,50
2011 – 2012	549,00	63,35	8,67
2012 – 2013	635,00	71,70	8,86

Nota: Navarro L. (2015)

Los distritos de producción mayoritaria dentro de la región Ayacucho son: Alcamenca y Huamanquiquia de la provincia de Víctor Fajardo y Vinchos (Huayllay) de la provincia de Huamanga; los datos históricos del aguaymanto, de estos distritos mencionados, se observa en la tabla 16

Tabla 16*Producción histórica de aguaymanto en los distritos de Vinchos y Víctor fajardo*

Distritos	Campaña				
	2010	2011	2012	2013	2014
Víctor Fajardo (Ha)	0,800	5,50	8,00	8,00	8,00
Alcamenca	0,250	22,500	30,00	28,500	30,500
Huamanquiquia	0,150	0,250	24,00	22,000	23,00
Vinchos (Ha)	1,00	1,50	2,50	5,00	5,00
Huayllay	3,00	6,750	11,250	22,500	23,00
Total (TM)	3,400	29,500	65,250	72,500	76,500
Total hectáreas	1,800	7,00	10,500	13,000	13,00
Rendimiento	1,889	4,214	6,214	5,577	5,885

Nota: Navarro L. (2015)

2.12 TIEMPO DE VIDA ÚTIL.

El tiempo de almacenamiento de los frutos con cáliz es de un mes, mientras que los frutos sin cáliz son almacenables solo 4 - 5 días, porque al extraer el cáliz se daña la base del fruto (29). El tiempo almacenamiento posible depende de las condiciones de cultivo, la humedad del cáliz durante la cosecha y el tamaño del fruto. Frutos más grandes tienden a agrietarse. El daño o remoción del cáliz impide el almacenaje. En un recipiente sellado en atmósfera seca, los frutos se mantienen por unos meses,

bajo una temperatura de 2 °C pueden ser almacenados por cuatro a cinco meses; sin embargo, bajo esas condiciones pueden eventualmente aparecer infecciones fúngicas como *Penicillium* o *Botrytis* (Dostert N. et al 2012).

2.13 COMPORTAMIENTO DEL AGUAYMANTO EN POSCOSECHA BAJO CONDICIONES DE ATMÓSFERA MODIFICADA ACTIVA

Lanchero et al., (2007) menciona que uno de los principales inconvenientes para la exportación de la aguaymanto es la apropiada conservación del fruto para su consumo posterior; en tal sentido, la técnica de atmósfera modificada crea un microambiente que permite controlar las tasas de transpiración, respiración y la mayoría de reacciones de maduración en frutos almacenados. El estudio tuvo como propósito determinar la mezcla de gases y el tipo de película de empaque a emplear para una adecuada conservación de la aguaymanto. Se evaluaron frutos con y sin cáliz, tres tipos de película (polietilentereftalato-polietileno, polipropileno biorientado-polietileno y polyolefin) y cuatro concentraciones de gas (5% CO₂ y 5% O₂ y 5% CO₂ y 10% O₂; mezcla comercial y mezcla ambiental) en un diseño estadístico de parcelas subdivididas. Para todas las unidades experimentales se emplearon 75 g de fruta empacados y almacenados a una temperatura de 7 °C durante un mes; semanalmente se tomaron datos de variables físicas y químicas de tres unidades experimentales por cada tratamiento. Los frutos con cáliz conservaron mejor la firmeza y presentaron al término del ensayo un pH de 3,77; 13,1°Brix y un índice de madurez de 9,3. La película de polyolefin mostró el mejor comportamiento y los frutos presentaron un pH de 3,8, 12,9°Brix, índice de madurez de 9,9 y una pérdida de peso fresco de 0,75%. Para las distintas concentraciones de gas no se encontraron diferencias significativas. Los frutos almacenados sin empaque perdieron 4,58% de su peso inicial mientras los almacenados en empaque plástico y atmósfera artificial perdieron en promedio 0,48%.

Entre los factores que influyen sobre la conveniencia o no de utilizar la técnica de atmósfera controlada o modificada en determinados productos se encuentran:

- El comportamiento de éstos en una atmósfera normal.
- La existencia y la magnitud de una respuesta favorable cuando se expone a una atmósfera modificada o controlada.
- El ciclo de producción
- El valor del producto en relación con el costo adicional que supone la utilización de atmósferas modificadas o controladas.

Existen dos formas de establecer una atmósfera modificada. La primera es pasiva, sus características están dadas por la intensidad respiratoria del producto y las propiedades del empaque usado que forman una atmósfera en un ambiente sellado como resultado del consumo de O₂ y producción de CO₂ a causa de la respiración. La segunda es activa y se crea sellando al vacío el producto, para luego inyectarle al envase una mezcla de gases específica; esta mezcla puede ser ajustada mediante el uso de sustancias absorbentes que se colocan en el interior del empaque (Wiley, 1997).

El estudio del comportamiento de la aguaymanto almacenada bajo una atmósfera modificada, permitirá determinar una combinación de mezcla de gases y/o un empaque plástico que conlleve al aumento en la vida útil del producto.

2.11.1. pH del fruto

El pH celular es muy importante en la regulación del metabolismo. En frutos, más del 90% del volumen celular es ocupado por la vacuola, que es muy ácida y tiene un pH inferior a 5 (Novoa *et al.*, 2006) lo cual coincide con los datos obtenidos en este trabajo.

En la semana tres, el tratamiento sin empaque presentó un pH mayor, de la misma manera las interacciones de 'con cáliz-sin empaque' y 'sin cáliz-sin empaque' registraron valores por encima del de los frutos empacados: 5 y 4,9 respectivamente. Al finalizar el ensayo (cuarta semana) el pH disminuyó considerablemente con relación a las mediciones anteriores, consistentemente con lo encontrado por Novoa *et al.* (2006) quienes registraron el aumento en el pH hasta el día 16 de almacenamiento y su posterior reducción. En este trabajo se obtuvieron datos máximos (4,9) en el tratamiento sin empaque durante la semana tres y en bopp/pe (4,73) y su posterior reducción al igual que los otros tratamientos; al finalizar el ensayo sobresalieron los tratamientos 'sin cáliz-sin empaque' (3,95) y con cáliz-polyolefin (3,91). El incremento del pH hasta la tercera semana, es consecuencia de la disminución de ácidos presentes en la pulpa del fruto, su posterior reducción podría ser atribuida a procesos de acidificación durante la senescencia del fruto.

2.11.2. Sólidos solubles totales

Según Fischer y Martínez (1999) "la madurez se refleja, entre otros aspectos, por el comportamiento de los sólidos solubles totales (SST) medidos como grados Brix (°Brix). En el inicio del ensayo no se registraron diferencias significativas entre

tratamientos, mientras en la segunda semana se observó un mayor contenido de SST en los tratamientos donde se conservó el cáliz, con un valor 13,4 °Brix. Con relación al tipo de empaque usado, aunque no se registraron diferencias significativas, los frutos almacenados sin empaque plástico obtuvieron un mayor valor de SST en las dos últimas semanas. Los frutos almacenados 'sin cáliz-sin empaque' y 'sin cáliz-polyolefin' presentaron los mayores valores. Para la tercera semana la variable tuvo un comportamiento similar siendo mayor en los tratamientos con cáliz (13,46 °Brix), mientras en la semana cuatro no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. El contenido de sólidos solubles totales está constituido por 80 a 95% de azúcares. La medida de °Brix se encuentra asociada con los azúcares disueltos en el jugo celular. El aumento de azúcares es producto de la hidrólisis del almidón y/o la síntesis de sacarosa, así como de la oxidación de ácidos consumidos en la respiración (desdoblamiento de sustancias de reserva) (Hernández, 2001). Para cada uno de los tratamientos evaluados se presentó un incremento de aproximadamente 2 °Brix entre las semanas 0 y 1 como consecuencia de los procesos de maduración del fruto. Se observa que la producción de SST es escasa y disminuye rápidamente debido al metabolismo anaerobio que la fruta desarrolla en estos tratamientos". (Rodríguez, 2003).

Respecto del uso de las atmósferas modificadas semi-activas, no se presentaron diferencias significativas. Sin embargo, al comparar el uso de películas plásticas se observa que éstas contribuyen a retardar los procesos metabólicos del fruto, ya que los °Brix a partir de la segunda semana son mayores cuando el producto fue almacenado sin empaque.

2.11.3. Acidez total titulable

Generalmente se considera que la acidez total titulable (ATT) decrece en cuanto avanza el proceso de maduración; los ácidos orgánicos son sustratos utilizados durante la respiración, por lo que la maduración supone un descenso en la acidez (Guzmán y Segura, 1989), lo cual concuerda con lo observado durante el ensayo. Con relación a la respuesta frente a las concentraciones de gas, sólo en la primera semana se encontraron diferencias significativas: la mezcla comercial registró la mayor ATT (1,77%) mientras la mezcla 10% O₂ + 5% CO₂ mostró la menor (1,5%). Los tratamientos con diferentes mezclas de gases continuaron sin presentar diferencias significativas hasta el final del ensayo. En la semana tres se encontró un mayor contenido de acidez en los frutos que conservaron el cáliz; también

sobresalieron los almacenados en Pet/pe y el sin empaque; el tratamiento más bajo fue polyolefin. En concordancia con Kays (1997) la tendencia general de los tratamientos es el descenso en el porcentaje de acidez, debido a que durante el proceso respiratorio se utilizan ácidos como las deshidrogenasas, es decir que siendo los ácidos una reserva energética que se utiliza como sustrato respiratorio, es normal que el contenido de ácidos decline durante el almacenamiento.

El porcentaje de ATT para los frutos almacenados sin empaque y empacados en Pet/pe fue mayor. La disminución del porcentaje de acidez para los frutos almacenados en bopp/pe y polyolefin sin cáliz, se da a partir de la segunda semana, lo cual podría ser causado por una alta actividad respiratoria posiblemente debida al tipo de empaque.

Herrera (2000), reporta que el aguaymanto de buena calidad tiene una ATT entre 1,6% y 2,0%, lo que indica que la conservación de los frutos fue adecuada en todos los tratamientos hasta la segunda semana. Los tratamientos que favorecieron la conservación de esta característica hasta el final del ensayo, pero sin diferencias estadísticas significativas, fueron los almacenados 'sin cáliz-Pet/pe'

2.11.4. Índice de madurez

La madurez ha sido definida como la transición entre el desarrollo y la senescencia de los frutos (Landwehr y Torres, 1995), la maduración se caracteriza por una serie de cambios de sabor, consistencia, color y aroma; muchos de estos cambios son observables físicamente y para otros cuantos, se requieren análisis. El índice de madurez (IM) determina el grado de maduración de los frutos como resultante de la relación entre los SST (°Brix) y el porcentaje de acidez de los frutos.

“La tendencia general de esta variable fue un incremento sostenido durante el transcurso el tiempo de evaluación. Este comportamiento es normal en la maduración donde se presenta la formación de azúcares y la degradación de ácidos orgánicos. Se señala que un fruto tropical como el aguaymanto, en su óptima madurez, muestra la mayor cantidad de carbohidratos y a su vez presenta la menor concentración de acidez”. (Pantástico, 1981).

El factor de mayor influencia en las variaciones y diferencias entre los índices de madurez sería la acidez, ya que los SST permanecieron relativamente estables.

En la segunda semana, los frutos almacenados en las combinaciones “cálizpolyolefin-5% O₂” y “cáliz-polyolefin-5% CO₂” mostraron un valor de IM= 10,0 presentando una diferencia significativa. Al finalizar el ensayo los frutos almacenados

en bolsas de polyolefin registraron los datos más altos (IM= 9,9); por su parte, los frutos empacados en Pet/pe presentaron los valores más bajos (IM= 8,3). Para los tratamientos de mezclas de gases no se encontraron diferencias estadísticas en el ensayo.

2.11.5. Firmeza del fruto

La firmeza presentó una tendencia a disminuir en todos los tratamientos, siendo más evidente en los frutos almacenados sin empaque. A medida que se va desarrollando la maduración se reduce la dureza de los frutos debido a la formación de ácido péctico, ácido pectínico y pectinas, a partir de la protopectina que se encuentra en la laminilla media y en la pared primaria de las paredes celulares que producen gelificación (Calderón, 1993). A partir de la segunda semana se encontraron diferencias significativas en los tratamientos con frutos almacenados con empaque: los frutos que no fueron embolsados registraron un promedio mayor con 1,45 lb-f y los frutos empacados en Pet/pe el menor con valores inferiores a 1 lb-f, manteniéndose la tendencia hasta la semana tres.

La fruta que presentó una menor firmeza fue la correspondiente al tratamiento “cáliz-Pet/pe”, en el cual se obtuvo un valor de 0,72 lb-f., opuesto al tratamiento sin cáliz-sin empaque con un valor de 1,5 lb-f. Al finalizar el ensayo los tratamientos que registraron una mayor firmeza fueron: tratamiento sin cáliz-polyolefin (1,49 lb-f) y con cáliz-bopp-pe (1,35 lb-f). La protección de tipo físico o modificación del ambiente puede favorecer los frutos, evitando alteraciones externas; además se debe considerar que las bajas temperaturas pueden limitar la actividad y la velocidad de las enzimas encargadas de la degradación de la pared celular (poligalacturonasas, pectinmetilesterasas y celulasas) (Guadarrama, 2001). De acuerdo con el análisis estadístico no hubo diferencias significativas para las distintas concentraciones de gas; los frutos sin empaque perdieron firmeza en menor proporción hasta la semana 3 manteniéndose en un rango entre 1,4 y 1,7 lb-f; el comportamiento de la firmeza en respuesta a las concentraciones de gas es relativamente homogénea y sin diferencias estadísticas. En general, la firmeza de una fruta disminuye a medida que avanzan los procesos de maduración como consecuencia de una reducción del almidón presente, el cual genera amilasas por la activación del etileno; a su vez, éstas producen dextrinas y glucosa (Rodríguez, 2003). A medida que empieza la senescencia del fruto, las pectinas se disuelven (pasan de la pared celular al agua del jugo) y, por tanto, disminuyen merced a la acción de las poligalacturonasas que

degradan las pectinas generando ácido galacturónico libre, el cual produce un encharcamiento y ablandamiento del fruto (Rodríguez, 2003).

2.11.6. Pérdida de peso

Desde el inicio del ensayo en todos los tratamientos se presentó disminución del peso, obteniéndose las mayores pérdidas en los tratamientos correspondientes a los frutos almacenados sin empaque con un valor de 4,58% respecto del peso inicial; por su parte, los almacenados con empaque no registraron pérdidas superiores a 0,74%, lo cual se explica fácilmente debido a la ausencia de una barrera mecánica a la pérdida de agua de los frutos.

Según Lanchero (2007) los principales causantes de la pérdida de peso fresco en los productos agrícolas son los procesos de transpiración y respiración; así mismo, el déficit de presión de vapor de agua entre el fruto y el ambiente generan grandes pérdidas de agua lo cual se refleja en una reducción significativa del peso fresco: entre mayor sea el déficit mayor será la pérdida del peso fresco en el fruto. Los frutos almacenados en empaques de polyolefin mostraron una pérdida de peso levemente mayor (0,74%) debido a que se trata de una lámina más permeable a gases que las de bopp/pe (0,32%) y Pet/pe (0,37%). Al comparar las distintas concentraciones de gases no se encuentra ninguna diferencia, pues los porcentajes de pérdida para este tratamiento oscilaron entre 0,44% y 0,51%.

2.14 EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL AGUAYMANTO

Velásquez y Velásquez (2017), caracterizaron dos ecotipos de aguaymanto (*Physalis peruviana*), de dos lugares con diferentes condiciones ecofisiológicas: Acomayo (Huánuco) y Huaribamba (Huancavelica). Recolectaron los frutos, seleccionaron y clasificaron por colores de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana 4580 (1999). En la caracterización física se observó un incremento de estos valores del estado verde al maduro para cada ecotipo, dando diferencias significativas ($\alpha=0,05$), donde el aguaymanto de Acomayo alcanzó mayor peso de 9,42 g y diámetro de 25 mm en comparación al aguaymanto de Huaribamba que alcanzó un peso de 4,6 g y de diámetro de 19,5 mm. En la caracterización fisicoquímica se resaltó el índice de madurez, pH, ácido ascórbico y β -carotenos donde: el aguaymanto de Huaribamba alcanzó un índice de madurez de 9,38 °Brix/% de Ácido cítrico, pH de 3,63, ácido ascórbico de 49,81 mg/100g y β -carotenos de 2,36 mg/100g y; el aguaymanto de

Acomayo alcanzó un índice de madurez de 8,33 °Brix/% de Acidez y pH de 3,44, ácido ascórbico de 52,31 mg/100g y β -carotenos de 2,79 mg/100g. Ambos ecotipos resultaron estadísticamente diferentes ($\alpha=0,05$). Finalmente se hizo el análisis proximal donde se hallaron el contenido de humedad, proteína, fibra, grasa, ceniza y carbohidratos en donde el aguaymanto de Huaribamba alcanzó una humedad de 79,57%, proteína de 2,47%, grasa de 0,51%, ceniza de 0,77%, fibra de 3,75% y carbohidratos de 12,79% y el aguaymanto de Acomayo alcanzó una humedad de 82,09%, proteína de 2,95%, grasa de 0,7%, ceniza de 0,51%, fibra de 3,89% y carbohidratos de 10,15%. En ambos ecotipos no se encontraron diferencias significativas ($\alpha=0,05$), excepto humedad y ceniza.

2.15 EMPAQUE PARA AGUAYMANTO

En la conservación de los alimentos, los plásticos (polímeros) han sido utilizados en forma directa como embalajes, envases o empaques y también con notable desempeño en combinaciones con otros materiales, denominadas estructuras flexibles, cuyo propósito fundamental está en ofrecer mejores características de barrera contra los factores de deterioro de los alimentos, y en particular de las frutas frescas (Rey, 2011).

Mejía (1997) establece que la gran mayoría de polímeros investigados y desarrollados a nivel mundial se emplean en el país como materiales de protección de los alimentos. En Colombia se produce Polietileno de Baja Densidad (LDP-PEBD), Polipropileno (PP), Cloruro de Polivinilo (PVC), Poliestireno (PS) y se importan los demás polímeros como el Polietileno Tereftalato (PETE-PET) y el Polietileno de Alta Densidad (HDP-PEAD).

Cedeño y Montenegro (2004) al hacer referencia a los materiales de empaque establece que el plástico es el material predominante para la fabricación de empaques primarios para frutas, debido a su claridad, transparencia que permite una fácil inspección. Las ventajas del plástico son su bajo peso, flexibles, buena inercia química, versatilidad y amplia gama de resistencias mecánicas. Como desventajas se mencionan los problemas de permeabilidad a gases y radicales.

Acosta (2004) establece que el envasado de la fruta debe hacerse cuidadosamente. Pueden empacarse con cáliz y sin él. Para el mercado europeo el aguaymanto se comercializa en canastillas plásticas, donde la fruta es empacada con cáliz. Para Norteamérica, la presentación se ha hecho retirando el cáliz y empacando la fruta en estuches termoformados (clamshells como empaque primario), transparentes y con

perforaciones que permiten que la fruta respire, con diversas presentaciones por peso.

2.15.1 Importancia del empaque

El empaque es un vendedor silencioso ya el que solo tiene que hacer toda la labor de venta en el supermercado y sobresalir en la góndola con todos los de la competencia. Hoy en día se busca promover las ventas por impulso que la decisión de compra se produzca instantáneamente en el punto de venta. Para conseguir esto el consumidor debe sentirse atraído por el aspecto interior del producto, por su apariencia externa y el mensaje que éste transmite. Ante la abundancia de productos casi iguales en calidad y precio, como es el caso de las pastas alimenticias, sólo los que lleven mejor empaque son los que, sin duda, venderán mejor (Hichos, 2005).

El Polietileno es el plástico de más bajo costo es uno de los más usados en la elaboración de empaques. Se puede utilizar simple y en laminaciones principalmente con el polipropileno. En el mercado este material se ve en empaques en forma de bolsas plásticas de varios usos. De este existen dos clases: el polietileno de baja densidad y el polietileno de alta densidad (Hichos, 2005).

2.16 TEST DE FRIEDMAN

El test de Friedman es una prueba estadística no paramétrica que se utiliza para analizar muestras de medidas repetidas. Se utiliza principalmente cuando no se cumplen las condicionales de normalidad y homogeneidad de varianzas. (Martínez, 2004).

Sea $R_{ij} = R(X_{ij})$ el rango de X_{ij} entre $X_{i1}, \dots, X_{ik}$. Es decir que R_{ij} es el rango de X_{ij} dentro de su bloque. Entonces

$$R_j \sum_{i=1}^n R_{ij}$$

Es la suma de los rangos correspondientes al tratamiento j . Esquemáticamente colocando como columnas los tratamientos y los bloques (sujetos) como filas:

	1	2	...	k
1	R_{11}	R_{12}	...	R_{1k}
2	R_{21}	R_{12}	...	R_{2k}
...	...	...	...	...
n	R_{N1}	R_{N2}	...	R_{Nk}
	$R_{.1}$	$R_{.2}$	...	$R_{.k}$

Bajo H_0 , y suponiendo que no hay empates, conocemos la distribución de $R_{.1}$, $R_{.k}$ pues

$$P(R_{ij} = s) = \frac{1}{k} \quad 1 \leq s \leq k$$

$$P(R_{ij} = s, R_{il} = t) = \frac{1}{k(k-1)} \quad s \neq t \quad j \neq l$$

Entonces,

$$E(R_{ij}) = \frac{k+1}{2} \quad V(R_{ij}) = \frac{k^2-1}{12} \quad cov(R_{ij}, R_{il}) = -\frac{k+1}{12} \quad si \ j \neq l$$

y por lo tanto

$$E(R_{.j}) = \frac{n(k+1)}{2} \quad V(R_{.j}) = \frac{n(k^2-1)}{12} \quad cov(R_{.j}, R_{.l}) = -\frac{n(k+1)}{12} \quad si \ j \neq l$$

Friedman propuso el siguiente estadístico:

$$T_1 = \sum_{j=1}^k c_{jN}^2 \left[\frac{R_{.j} - E(R_{.j})}{\sqrt{Var(R_{.j})}} \right]^2$$

Donde los C_{jN} se eligen de manera que el estadístico converja, bajo H_0 a una distribución X^2_{k-1} .

El estadístico toma la forma

$$T_1 = \sum_{j=1}^k \left[1 - \frac{1}{k} \right] \left[\frac{R_{.j} - n(k+1)/2}{\sqrt{\frac{n(k^2-1)}{12}}} \right]^2 = \left[\frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^k R_{.j}^2 \right] - 3n(k+1)$$

Que, bajo H_0 , tiene distribución asintótica χ^2 con $k-1$ grados de libertad. Se rechazará H_0 si

$$T_1 > \chi_{k-1, \alpha}^2$$

En caso en que haya empates, debe hacerse una modificación al estadístico del test de Friedman. Sean

$$A_1 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k R_{ij}^2 \quad C_1 = \frac{nk(k+1)^2}{4}$$

Se define el estadístico modificado:

$$T_1 = \frac{(k-1)(\sum_{j=1}^k R_{.j}^2 - nC_1)}{A_1 - C_1} = \frac{(k-1) \sum_{j=1}^k \left(R_{.j} - \frac{n(k+1)}{2} \right)^2}{A_1 - C_1}$$

Si $A_1 = C_1$ se considera que se está en una región crítica y se rechaza H_0 .

Otros estudios (Iman y Davenport, 1980 citados por Martínez (2004), recomiendan utilizar, no T_1 , sino el estadístico del test clásico de análisis de la varianza calculado sobre los rangos, que se puede expresar como función del estadístico T_1 :

$$T_2 = \frac{(n-1)T_1}{n(k-1) - T_1}$$

Bajo H_0 , T_2 tiene distribución F con $(k-1)$ y $(n-1)(k-1)$ grados de libertad. Se rechaza H_0 si

$$T_2 > F_{(k-1)(n-1), \alpha}$$

2.17 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que participan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos (Elías *et al.* 1992).

A su vez, Heymann y Lawless (2010) explican que la evaluación sensorial está comprendida por un conjunto de técnicas que sirven para la medición precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los efectos potencialmente que pueden sesgar la identidad de la marca y otras influencias de la información sobre la percepción del consumidor.

También estos autores alegan que los principios y prácticas de la evaluación sensorial envuelven cuatro actividades principales:

- a) **Preparar y servir las muestras bajo condiciones controladas con la finalidad de minimizar cualquier factor que puede sesgar la prueba:** Por ejemplo, las muestras deben estar rotuladas de manera aleatoria, las muestras deben ser entregadas a los diferentes panelistas en diferente orden y deben existir procedimientos estandarizados como temperatura, volumen, espaciado de tiempo, etc.
- b) **La medida:** La evaluación sensorial es una ciencia cuantitativa en la cual es recolectada data numérica a manera de establecer una real y específica relación entre el producto y la percepción humana.
- c) **El análisis:** El adecuado análisis de la data es una de las partes más críticas de las pruebas sensoriales. Pueden existir diferentes fuentes de variación en las respuestas humanas que no logran ser totalmente controladas en las pruebas. Por ejemplo, los ánimos y motivación de los panelistas, su innata sensibilidad psicológica en la estimulación sensorial, y la historia pasada o familiaridad con productos similares.
- d) **La interpretación de los resultados:** Debido a que la evaluación sensorial es un experimento, los datos y la información estadística sólo son útiles cuando la interpretación se da en el contexto de la hipótesis, los conocimientos previos e implicaciones para las decisiones.

Un buen científico en el campo sensorial debe estar preparado en estas cuatro fases, ellos deben comprender los productos, las personas como instrumentos de medición,

análisis estadístico e interpretación de la data en contexto con el objetivo de la investigación.

Por otro lado, Elías *et al.* (1992) exponen que cuando se planifica un experimento sensorial se debe incluir los siguientes pasos:

- a) Definir los objetivos específicos del experimento. Plantear las preguntas que se quieren responder (la hipótesis a probarse) y formularlas claramente.
- b) Identificar las limitaciones del experimento: límite de costos, disponibilidad de materiales, equipo, panelistas y tiempo.
- c) Elegir el tipo de prueba y panel que se usará. Diseñar la boleta.
- d) Diseñar los procedimientos experimentales convenientes, para controlar cuando sea posible las variables que no están siendo probadas, de manera que los resultados del panel no sean sesgados. Se debe planificar la aleatorización de los factores experimentales que pudieran sesgar los resultados tales como el orden de presentación y preparación de las muestras.
- e) Decidir sobre los métodos estadísticos que se usarán, tomando en cuenta los objetivos del proyecto, el tipo de prueba y el tipo de panel.
- f) Preparar los formularios que se usarán para registrar los datos sensoriales. Los datos se deben registrar de una manera que sea conveniente para hacer los análisis estadísticos.

2.17.1 Tipo de pruebas sensoriales

Según Barcina e Ibáñez (2001), en el análisis sensorial existen básicamente tres grandes tipos de pruebas. Cada una de ellas persigue diferentes objetivos y recurre a participantes seleccionados según distintos criterios. Un resumen de estas pruebas se esquematiza en tabla 17. Así mismo, para saber el tipo de prueba que se debe seleccionar conviene utilizar los llamados arboles de decisión. En la tabla 17, se representa un árbol de decisión en el que, a partir de los principales objetivos y cuestiones planteadas, se seleccionan las diferentes pruebas que se pueden utilizar.

Tabla 17*Clasificación de las pruebas sensoriales.*

Clasificación	Objetivo	Preguntas de interés	Tipo de prueba	Características de los panelistas
Discriminativa	Determinar si dos productos son percibidos de manera diferente por el consumidor	¿Existe diferencia entre los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial, orientados a la método usado, algunas veces entrenados
Descriptiva	Determinar la naturaleza de las diferencias sensoriales	¿En qué tipos de características específicas difieren los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial y motivación, entrenados o altamente entrenados
Afectiva	Determinar la aceptabilidad de consumo de un producto	¿Qué productos gustan más y cuáles son los preferidos?	Afectiva o Hedónica	Reclutados por uso del producto, no entrenados

Nota: Liria M. (2007)

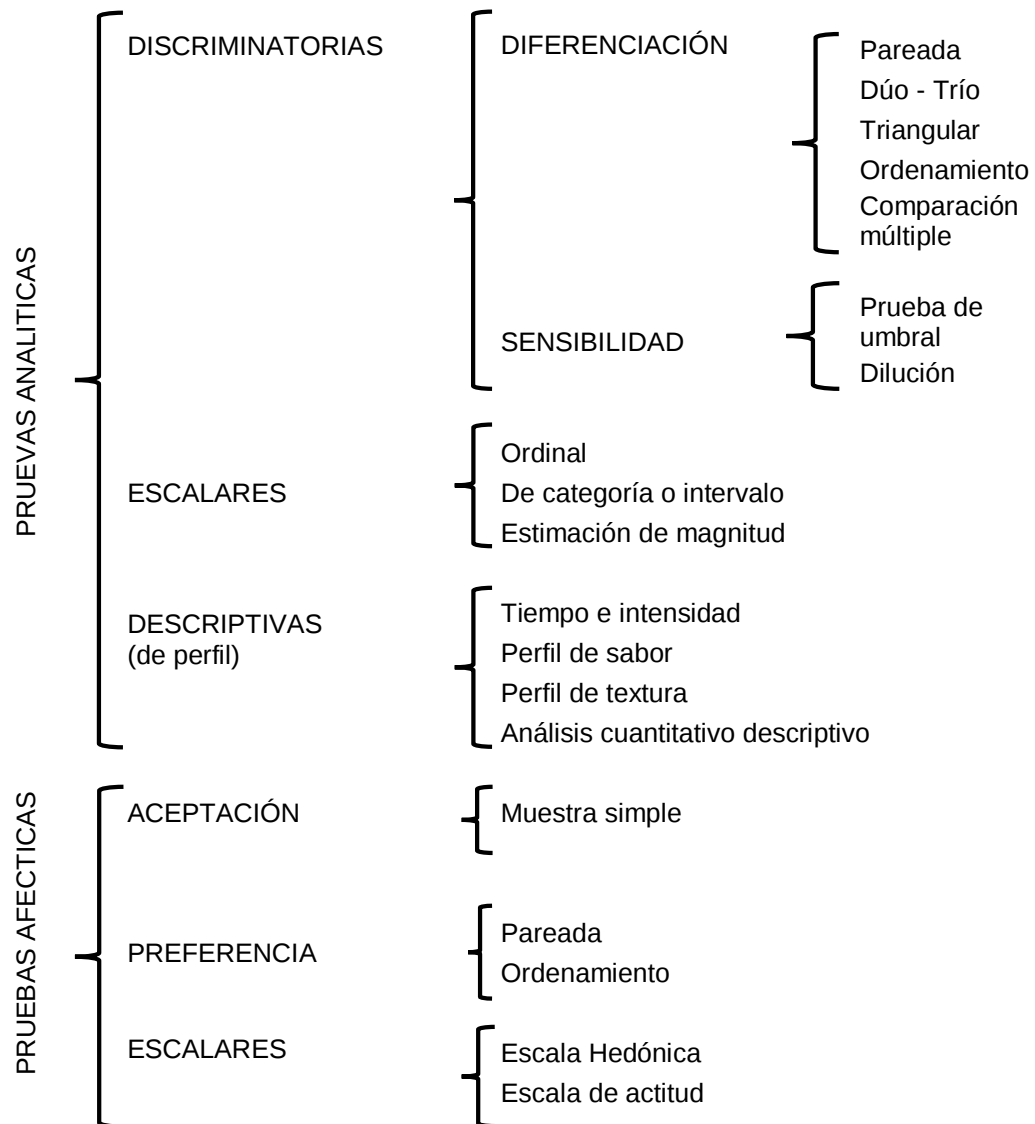
Por otro lado, Espinoza (2007) indica que con relación a las pruebas que pueden ser utilizadas existen diversas formas de clasificarlas, aunque todos los autores coinciden en que estas se dividen en dos grandes grupos:

- Pruebas analíticas
- Pruebas afectivas

En la figura 4, se esquematiza la clasificación de las pruebas sensoriales:

Figura 4

Clasificación de pruebas sensoriales



Nota: Espinoza (2007).

2.17.1.1 Pruebas discriminatorias

Las pruebas discriminatorias se usan para detectar diferencias, aunque no necesariamente detectan el tipo de diferencia encontrada. Generalmente se usa cuando queremos introducir un nuevo producto y queremos saber si este es diferente al anterior, si la población detecta la diferencia. Si las muestras son perceptiblemente diferentes no se aplica esta técnica, las diferencias deben ser sutiles. Dentro de las

pruebas discriminatorias podemos encontrar: pruebas de comparación pareada, prueba triangular, prueba dúo-trío, prueba 'A/no A', prueba dúo estándar y sorteo (Liria M. 2007).

2.17.1.2 Pruebas descriptivas

se compone de un grupo de catadores sobre los cuales se realiza de forma discriminada una descripción de las propiedades sensoriales (estudio cualitativo) y su medición (estudio cuantitativo). Se entrena a los catadores durante seis u ocho sesiones para determinar atributos que caractericen las sensaciones percibidas. Se emplean diez personas por evaluación. (Marful P. 2019).

2.17.1.3 pruebas hedónicas

las pruebas afectivas o hedónicas miden el grado de preferencia o aceptabilidad de un determinado producto. Nos permite conocer no solo la existencia de diferencia entre muestras, sino también el sentido de la misma, esto nos permite mantener o no la característica evaluada. (Liria M. 2007) Dentro de las pruebas hedónicas podemos encontrar:

a) Pruebas de preferencia. Mientras que preferencia se refiere a la elección entre varios productos sobre la base del gusto o disgusto. Se basa en la elección de una persona entre un conjunto de alternativas (dos o más productos). Cuando se usan dos productos se refiere a una prueba pareada. Cuando se usan dos o más productos se refieren a una prueba de ranking. (Liria M. 2007). Las pruebas de preferencia nos ayudan a:

- Identificar un producto elegido entre 2 ó más alternativas.
- Decidir cuál sería la mejor opción entre la elaboración de diversos productos en los que se ha utilizado diferentes formulaciones, todas igualmente convenientes.
- Las pruebas de preferencia se utilizan para medir factores psicológicos y factores que influyen en el sabor del alimento.

b) Pruebas de aceptabilidad. Se refiere al grado de gusto o disgusto de una persona sobre un producto. Se basa en una escala de medición de una persona y su comportamiento. (Liria M. 2007). Las pruebas de aceptabilidad son usadas para:

- Nos permite identificar las características de un producto traducidas en grados de aceptabilidad de diferentes cualidades del mismo, por ejemplo: la aceptabilidad del sabor, color, consistencia, grado de dulzor, etc.
- Las pruebas de aceptabilidad se pueden realizar incluso ante situaciones adversas en el ambiente, es decir se pueden realizar en el hogar, en ambientes no especialmente diseñados para la prueba.

CAPÍTULO III

MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

La presente investigación se realizó durante el último trimestre del 2018. Para ello se usaron los ambientes de los laboratorios de Procesos Agroindustriales y Biotecnología Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga – Ayacucho.

3.2 MATERIA PRIMA Y MATERIAL DE EMPAQUE

3.2.1 Materia prima

Se utilizó el fruto del aguaymanto procedente del distrito de Huamanguilla, que fue adquirida en el mercado Nery García Zarate del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, región Ayacucho. Las mismas se conservaron en envases de cartón en un ambiente fresco, sombreado y ventilado hasta el momento de la realización del trabajo en laboratorio.

El fruto de aguaymanto utilizada para la investigación se encuentra en su madurez comercial. Se considera que la fruta ha alcanzado la madurez apropiada para su cosecha y consumo, porque ha alcanzado las características fisicoquímicas y de sabor deseables para el consumidor. (NTP 203.121 - 2019)

El ecotipo de aguaymanto que utilizada

3.2.2 Material de empaque.

Se utilizaron dos tipos de empaque:

- a) Polietileno de baja densidad.** Es un polímero de cadena ramificada con una densidad comprendida entre $0,910 \text{ g/cm}^3$ – $0,925 \text{ g/cm}^3$; es incoloro, inodoro y no toxico.

Como envase de polietileno de baja densidad se utilizará el film plástico:

- Se trata de un material transparente, por lo que permite visualizar qué hay dentro del paquete
- Es flexible y se adapta a todo tipo de formas y tamaños.
- Es impermeable, por lo que evita el paso de aire y humedad, protegiendo el interior.

b) El polietileno de alta densidad. Es un polímero con estructura lineal con muy pocas ramificaciones, con densidad comprendida entre $0,941 \text{ g/cm}^3$ – $0,954 \text{ g/cm}^3$, es incoloro opaco, inodoro, no tóxico y resistente tanto a esfuerzos como a agentes químicos.

- Marca : Pamolsa
- Modelo : Estuche multiuso 42 H58 2821029643
- Medidas : 13,6 cm x 9,8 cm x 4,3 cm

Para el presente estudio Los envases se acondicionaron unas con agujeros para facilitar el transcurso de gases y otros sin agujeros, las cuales se codificaron de la siguiente manera.

PBDP : Polietileno de baja densidad perforado.

PBD : Polietileno de baja densidad sin perforar.

PADP : Polietileno de alta densidad perforado.

PAD : Polietileno de alta densidad sin perforar.

3.2.3 Materiales de laboratorio

- Balones de digestión.
- Bureta 25 y 50 ml.
- Coladera de plástico.
- Crisoles de porcelana.
- Cucharas.
- Embudo de plástico.
- Embudo de porcelana.
- Envases de vidrio.
- Erlenmeyer 250; 500 ml.
- Fiolas de 50 ml y 100 ml.
- Lunas de reloj.

- Matraces Kitazato de 100 y 250 ml.
- Pinza de metal.
- Bureta volumétrica de 25 ml
- Pipetas volumétricas de 1; 5; 10 ml.
- Pizeta.
- Placas petri.
- Vasos de plástico.
- Probetas de 50 y 100 ml.
- Termómetro.
- Varillas de vidrio.
- Vasos de precipitado 50; 100; 250; 600 ml.
- Vaso de precipitado de vidrio de 500 ml
- Probeta de 100 ml
- Vernier.
- Vagueta

3.2.4 Equipos

- Equipo de titulación. Agitador magnético CAT, modelo M 6.1.
- Balanza analítica AND, modelo HR-200, capacidad máxima 210 g
- Balanza electrónica analítica Lidoning Instrument Company, modelo ES J 200-4 serie N° 05-045363. 230 volt.
- Refractómetro 0-32°Brix
- pH-metro
- Cocina eléctrica.
- Equipo completo de extractor Soxhlet
- Estufa eléctrica VWR, modelo 1320-2.
- Mufla de calcinación con capacidad de 0-1200 °C, marca MLW con calibración electrónica digital.
- Estufa
- Equipo de titulación.
- Equipo Kjeldhal
- Agitador magnético
- Centrifuga

3.2.5 Reactivos

- NaOH 0,1 N.
- Indicador fenolftaleína.
- Agua destilada.
- Desinfectante hipoclorito de sodio (50 ppm)

3.2.6 Software

- Microsoft Excel XP (Este programa pertenece a Microsoft bajo y se cuenta con licencia comercial de uso y funciona bajo los entornos operativos de Windows)
- IBM SPSS statistics 24 (Es una potente plataforma de software estadístico, se cuenta con licencia de investigador)

3.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.3.1 Análisis de la materia prima

- Análisis proximal, se realizó de acuerdo a las recomendaciones de la AOAC (2012).
- Fisicoquímico incluido el biométrico (Forma, tamaño, peso y densidad aparente). Las pruebas biométricas, se efectuaron con la ayuda de un vernier, caracterizando de acuerdo a la clasificación brindada por la norma del Codex para el aguaymanto (Codex Stan 226-2001, emd. 1-2005). Este procedimiento se realizó con la finalidad de caracterizar la materia prima en cuanto a forma, tamaño, peso y color.

3.3.2 Producto final

Características fisicoquímicas y sensoriales durante el almacenamiento.

3.3.2.1 Evaluación fisicoquímica:

- a) Variación de peso.** Se determinó en cada tratamiento en los diferentes tiempos de almacenamiento (0; 7 y 17 días) mediante método gravimétrico, las muestras se colocaron en la balanza electrónica analítica, se dejó estabilizar y se anotó el resultado. Los datos se expresaron en gramos totales del grupo evaluado a lo largo del experimento.

- b) Acidez total.** Se determinó mediante el método volumétrico, en un erlenmeyer de 250 ml se preparó 1 ml de jugo de aguaymanto, diluida en 100 ml de agua destilada y 3 a 4 gotas de fenolftaleína como indicador y se procedió a valorar con NaOH 0,1 N. Cuando el contenido del erlenmeyer se torna de un color rosado tenue persistente durante 30 segundos, nos indica que se llegó al punto final de la titulación, se tomó datos del volumen de gasto y se calculó el porcentaje de acidez total con la siguiente formula.

$$\%Acidez\ total = \frac{N * V_1 * Meq.* 100}{V}$$

Dónde:

V₁ = Volumen de la solución de NaOH usados (ml).

V = Volumen de la muestra (ml).

N = Normalidad de la solución de NaOH.

Meq = Miliequivalente de ácido en términos del cual se expresa la acidez,

Tabla 18

Miliequivalentes de principales ácidos.

Ácido	Meq
Cítrico	0,064
Málico	0,067
Tartárico	0,075
Láctico	0,090
Acético	0,060

Nota: Slideshare a Scribd company

- c) Sólidos solubles.** Los sólidos solubles, se determinó mediante el método refractométrico con un instrumento denominado refractómetro que se basa en la dirección que se sigue el rayo de luz al incidir sobre un medio con diferente densidad y mide la materia seca (generalmente azúcares) disuelta en un líquido (Bustamante,2019) y (Oña, 2020).

La determinación se realizó en cada día de control a cada tratamiento, se colocó entre 3 a 4 gotas en el prisma del refractómetro a una temperatura de 20 °C, se procedió a observar y nivelar el refractómetro con el prisma movable

hasta que la luz atravesada coincida en el centro del círculo que se encuentra en la intersección de dos líneas en el refractómetro, se dio la lectura y se registró los datos.

d) Evaluación sensorial (Sabor y color)

La evaluación sensorial de los atributos sabor y color se realizó con la aplicación de una escala hedónica de 7 puntos, con la participación de 12 panelistas semientrenados, previamente seleccionados.

Para el atributo sabor la escala se encuentra entre “me disgusta mucho” a “excelente sabor” y, para el atributo color entre “muy oscuro, no característico” a “exactamente igual al color característico” (anexo 1).

En el anexo 2, se presenta el formato de la evaluación sensorial de los atributos color y sabor del aguaymanto fresco. Dicho formato se utilizó para determinar el nivel de aceptabilidad con respecto al empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento.

Los datos de la evaluación sensorial fueron analizados estadísticamente a través de la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significación $\alpha = 5\%$ y su correspondiente prueba de clasificación de tratamientos (Martínez, 2004).

Cuando la hipótesis nula es rechazada, la prueba de Friedman presenta un procedimiento para comparar a los tratamientos por pares.

Para las múltiples comparaciones los criterios de decisión son:

Si, $p < 0,05$ se rechaza la H_0 .

Si, $p > 0,05$ se acepta la H_0 .

3.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación aplicada. Se caracteriza por su interés en solucionar problemas específicos que afectan a la sociedad, en áreas como la tecnología. La referencia obtenida en este tipo de estudio puede ser utilizado (Espinoza et al., 2015). Adquiriendo una aplicación práctica los conocimientos de la influencia de la temperatura, tiempo de almacenamiento y empaque en las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del aguaymanto fresco.

3.5 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Es Explicativo o de Causa-Efecto, explica el comportamiento de una variable con respecto a otra(s) y requieren control (Espinoza 2015) pues tiene como propósito medir la influencia que tienen las variables independientes (Tipo de empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento) en las variables dependientes (Características fisicoquímicas y organolépticas).

Las interacciones de cada una de las variables, es fundamental para determinar cómo influyen en el nivel de conservación de la materia prima.

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño de investigación corresponde a los experimentos puros, debido a que se manipularon variables independientes para ver sus efectos sobre variables dependientes en una situación de control (Sampieri et al., 2010).

Con el propósito de establecer la influencia del tipo de empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto, se aplicó un diseño completo al azar con arreglo factorial (Tres factores 3A2B4C: 3 niveles de A por 2 niveles de B y 4 niveles de C). La respuesta experimental son las características fisicoquímicas y sensoriales (Ver Tabla 15).

A: Tiempo de almacenamiento: 0; 7 y 17 días.

B: Temperatura de almacenamiento: 22 °C y 5 °C.

C: Tipo de envase: PBDP, PBD, PADP, PAD.

- PBDP : Polietileno de baja densidad perforado.
- PBD : Polietileno de baja densidad sin perforar.
- PADP : Polietileno de alta densidad perforado.
- PAD : Polietileno de alta densidad sin perforar.

Se utilizó el Sistema de Análisis Estadístico SPSS versión 24.

Modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + u_{ijkl}$$

$i = 1, 2, \dots, a$; $j = 1, 2, \dots, b$; $k = 1, 2, \dots, c$; $l = 1, 2, \dots, r$

Dónde:

Y_{ijkl} = Variable dependiente o respuesta individual.

μ = Media general

t_i = Tiempo

β_j = Temperatura

γ_k = Empaque

$(\tau\beta)_{ij}$ = Interacción t_i con β_j .

$(\tau\gamma)_{ik}$ = Interacción t_i con γ_k .

$(\beta\gamma)_{jk}$ = Interacción β_j con γ_k .

$(\tau\beta\gamma)_{ijk}$ = Interacción t_i con β_j y γ_k .

u_{ijkl} = Efecto de las medias de las réplicas.

r = Número de replicaciones.

n = abcr Número de observaciones.

En este modelo, el objetivo del análisis es realizar los contrastes de hipótesis nula con el estadístico de contraste.

Se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos y, por lo tanto, se realizó la prueba de comparación de promedios de Tukey, para establecer el tratamiento que nos permitió obtener la respuesta aceptable.

3.6.1 Variables e indicadores

a) Variables independientes

X_1 : Tiempo de almacenamiento

El aguaymanto, es un alimento perecible, no se puede almacenar por mucho tiempo, se debe consumir antes de que se deteriore y pierda sus nutrientes, con la finalidad de aprovechar mejor sus bondades nutricionales y funcionales.

Por tanto, sentido se ha establecido como día "0", al primer día de almacenamiento, las posteriores evaluaciones se realizarían cada semana, día 7 y día 14; por inconvenientes en el uso de los laboratorios, la última medición se realizó el día 17 de almacenamiento.

Se considera a los valores fisicoquímicos y sensoriales determinados el día 0 como los valores patrón.

Indicadores

X₁₁ : 0 días (muestra patrón)

X₁₂ : 7 días

X₁₃ : 17 días

X₂ : Temperatura de almacenamiento

La temperatura juega un papel muy importante en la vida útil de las frutas, desde la cosecha hasta la venta.

La refrigeración es el método de conservación más útil e importante para disminuir el daño causado por microorganismos y disminuyen los procesos metabólicos, la refrigeración oscila entre 2 °C a 8 °C.

Desde el punto de vista económico, los productos se venden a temperatura ambiente, porque no pueden costear equipos de refrigeración para la comercialización.

En la ciudad de Ayacucho la temporada templada dura del 3 de octubre al 6 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 22 °C. El mes más cálido del año en Ayacucho es noviembre, con una temperatura máxima promedio de 22 °C y mínima de 10 °C. (WeatherSpark.com). periodo en el cual se desarrolló la investigación.

En vista estos factores se eligió las temperaturas pares el estudio.

Indicadores

X₂₁ : Temperatura ambiente (22 °C)

X₂₂ : Temperatura de refrigeración (5 °C)

X₃ : Tipo de empaque

El punto fuerte del polietileno de baja densidad es, sin duda, su flexibilidad, a ella se unen otras cualidades como una buena resistencia tanto al impacto como a altas temperaturas y a sustancias químicas, por esta razón es considerado con un buen material para almacenar alimentos.

El polietileno de alta densidad es un termoplástico apreciado por su durabilidad y versatilidad. Dentro de su amplia variedad de aplicaciones se pueden destinar a la fabricación de envases.

Estos envases se acondicionaron, realizando a un grupo perforaciones para evaluar el comportamiento de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto en estas variantes de empaques.

Indicadores

- X₃₁ : Polietileno de baja densidad perforada (PBDP).
- X₃₂ : Polietileno de baja densidad sin perforar (PBD)
- X₃₃ : Polietileno de alta densidad perforada (PADP)
- X₃₄ : Polietileno de alta densidad sin perforar (PAD)

b) Variable dependiente

- **Y₁: Características fisicoquímicas y sensoriales**

Indicadores

- Y₁₁ : Pérdida de peso (g), acidez total (%), sólidos solubles (°Brix), índice de madurez (°Brix / % de ácido cítrico) y pH
- Y₁₂ : Características sensoriales (Sabor y color)

Tabla 19*Diseño experimental*

Tiempo (Días)	Temperatura (°C)	Tipo de empaque	Variable de respuesta (Yijk)	Tratamiento (Ttoi)
0	T1 (22 °C)	PBDP	Y111	Tto1
		PBD	Y112	Tto2
		PADP	Y113	Tto3
		PAD	Y114	Tto4
	T2 (5 °C)	PBDP	Y121	Tto5
		PBD	Y122	Tto6
		PADP	Y123	Tto7
		PAD	Y124	Tto8
7	T1 (22 °C)	PBDP	Y211	Tto9
		PBD	Y212	Tto10
		PADP	Y213	Tto11
		PAD	Y214	Tto12
	T2 (5 °C)	PBDP	Y221	Tto13
		PBD	Y222	Tto14
		PADP	Y223	Tto15
		PAD	Y224	Tto16
17	T1 (22 °C)	PBDP	Y311	Tto17
		PBD	Y312	Tto18
		PADP	Y313	Tto19
		PAD	Y314	Tto20
	T2 (5 °C)	PBDP	Y321	Tto21
		PBD	Y322	Tto22
		PADP	Y323	Tto23
		PAD	Y324	Tto24

Nota:

PBDP : Polietileno de baja densidad perforado.

PBD : Polietileno de baja densidad sin perforar.

PADP : Polietileno de alta densidad perforado.

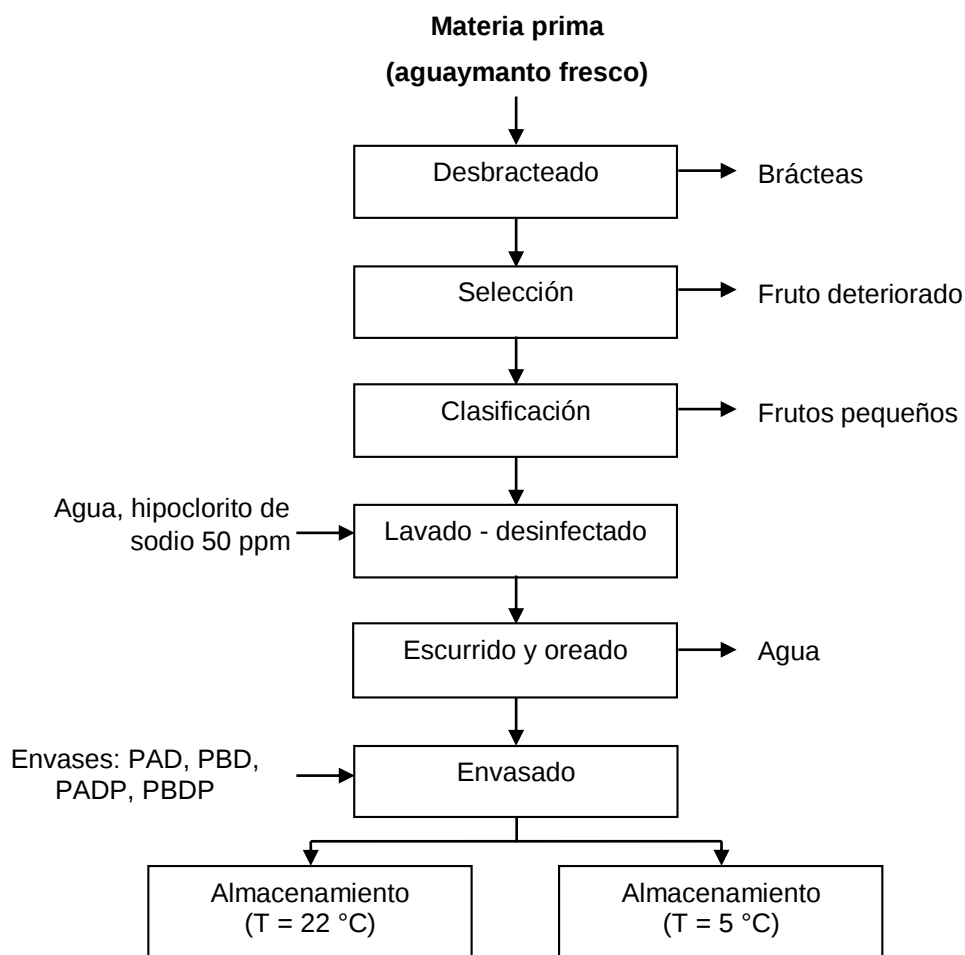
PAD : Polietileno de alta densidad sin perforar.

3.7 PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Se realizó todo el tratamiento poscosecha del aguaymanto, teniendo en cuenta su procedencia. En la figura 5, se presenta las operaciones en la preparación del aguaymanto previo a los tratamientos experimentales.

Figura 5

Operaciones en la preparación del Aguaymanto previo a los tratamientos experimentales



A continuación, se describen las operaciones:

- **Materia prima.** La materia que se utilizó es proveniente del distrito de Huamanguilla, provincia de Huanta departamento de Ayacucho. Y se adquirió en el mercado Nery García Zarate.

Figura 6

Frutos de aguaymanto con cáliz.



- **Desbracteado.** Consistió en eliminar el cáliz del fruto del aguaymanto. Se realizó en forma manual, teniendo cuidado de no maltratar ni producir corte del tejido superficiales.

Figura 7

Frutos de aguaymanto sin cáliz.



- **Selección.** Los frutos del aguaymanto fueron seleccionados separando los aptos para el procedimiento experimental, aquellos libres de deterioro físico y con color característico (fruto de color anaranjado intenso), eliminando los deteriorados, golpeados, etc.

Figura 8

Frutos de aguaymanto seleccionados para los tratamientos experimentales



- **Clasificación.** Los frutos previamente seleccionados fueron clasificados por color característico (fruto de color anaranjado intenso) y tamaño uniforme, este procedimiento se realizó de manera manual.

Figura 9

Frutos de aguaymanto de descarte (pequeñas, no maduras)



- **Lavado – desinfectado.** El lavado se realizó con agua corriente con la finalidad de eliminar impurezas restos de tierra, hojas, tallos. Para el

desinfectado se sumergieron los frutos en una solución de hipoclorito de sodio al 50 ppm durante 10 minutos a temperatura ambiente, Luego se enjuagó con abundante agua.

Figura 10

Lavado y desinfectado de la materia prima



- **Escurreido y oreado.** El escurreido se realizó con la ayuda de un colador, por un tiempo de aproximadamente 15 minutos. El oreado se realizó a temperatura ambiente sobre un recipiente de plástico. Se culmina esta operación con los frutos libre de agua en la capa superficial.
- **Envasado.** El envasado se realizó en los diferentes tipos de envases, según la investigación, con las variaciones correspondientes, teniendo en cuenta las cantidades necesarias para realizar los análisis correspondientes.

Los tipos de envase utilizados y sus variantes son:

- | | |
|-------------|--|
| PBDP | : Polietileno de baja densidad perforado. |
| PBD | : Polietileno de baja densidad sin perforar. |
| PADP | : Polietileno de alta densidad perforado. |
| PAD | : Polietileno de alta densidad sin perforar. |

Para realizar los análisis fisicoquímicos, se envaso 10 frutos de aguaymanto en cada tratamiento. Para realizar los análisis sensoriales se envaso 24 frutos de aguaymanto para cada tratamiento, y para realizar la evaluación de pérdida de peso, se envaso 22 frutos de aguaymanto para cada tratamiento.

Figura 11

Acondicionamiento de la materia prima en empaque de polietileno de alta densidad



Nota: En la parte superior se muestra aguaymanto empacada en envases de polietileno de alta densidad perforada (PADP), en la parte inferior observa aguaymanto envasado en empaque de polietileno de alta densidad sin perforar (PAD)

Figura 12

Envasado de la materia prima en empaque de polietileno de baja densidad sin perforar (PBD)



Figura 13

Envasado de la materia prima en empaque de polietileno de baja densidad perforada (PBDP)



- **Almacenamiento.** Una vez empacado el aguaymanto, estas se agrupan y se almacenará a temperatura de refrigeración (5 °C) y a temperatura ambiente (22 °C).

Figura 14

Almacenamiento de la materia prima a temperatura de 5 °C



3.8 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.8.1 Caracterización fisicoquímica y biométrica del aguaymanto fresco

Comprendieron la evaluación Fisicoquímica incluido la biométrica (forma, tamaño, peso y densidad).

Para las mediciones biométricas, se tomaron al azar 15 frutos de aguaymanto, y con la ayuda de un vernier se efectuaron las mediciones, caracterizando de acuerdo a la clasificación brindada por la norma del Codex para el aguaymanto (Codex Stan 226-2001, emd. 1-2005.)

En lo que respecta a la caracterización fisicoquímica, estuvo enfocado en ensayos fisicoquímicos del aguaymanto fresco, donde se determinó peso, sólidos solubles, %de acidez total.

3.8.2 Evaluación del efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto

Se evaluó el efecto del empaque (tipo de empaque: PBDP, PBD, PADP y PAD), temperatura (22 °C y 5 °C) y tiempo de almacenamiento (0; 7 y 17 días) en las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto fresco.

- **Características fisicoquímicas.** Pérdida de peso, acidez titulable, sólidos solubles.

Características sensoriales. Sabor y color, acorde con la escala hedónica para la evaluación sensorial de aceptabilidad (Ver Anexo 1), Para el atributo sabor la escala se encuentra entre “me disgusta mucho” a “excelente sabor”, mientras que, para el atributo color, la escala se encuentra entre “muy oscuro, no característico” a “exactamente igual al color característico”.

La investigación se desarrolló de acuerdo al diseño experimental (tabla 19). Es decir, se realizaron los 24 tratamientos, y se evaluaron el efecto del empaque (tipo de empaque), temperatura (22 °C y 5 °C) y tiempo de almacenamiento (0; 7 y 17 días) en las características sensoriales del aguaymanto fresco.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y BIOMÉTRICAS DEL AGUAYMANTO FRESCO

4.1.1 Caracterización fisicoquímica del aguaymanto fresco

La NTP 203.121 (2007) describe tres ecotipos de aguaymanto diferenciados principalmente por su color, ecotipo verde limón, ecotipo amarillo y ecotipo naranja. Los frutos usados durante el estudio por su coloración pertenecen al ecotipo naranja.

En la tabla 20, se presenta el resumen de los resultados de los análisis y determinaciones fisicoquímicas del aguaymanto fresco.

Tabla 20

Componentes físico químicos del aguaymanto fresco, obtenida de Huamaguiña

Descripción	Unidad	Dimensión			Promedio
		1	2	3	
Humedad	%	80,37	79,20	80,17	79,91
Sólidos solubles	%	14,80	14,50	15,00	14,77
pH		3,93	3,90	3,92	3,92
Acidez total %	%	1,82	1,87	1,86	1,85
Índice de madurez (IM)		8,13	7,75	8,06	7,98

Al apreciar en los componentes fisicoquímicos del aguaymanto, (tabla 16), encontramos el contenido humedad que fue de 79,91 %; sólidos solubles 14,77 %, pH de 3,92, acidez total de 1,85 % y el índice de madurez de 7,98. Estas

características y componentes determinados permitieron tener una línea base de la materia prima utilizada en la investigación.

Con respecto a los sólidos solubles y la acidez del aguaymanto determinado en la investigación, Herrera (2000) encontró valores 13 y 15 % de sólidos solubles y un buen contenido de ácidos (1,6 a 2,0 % de acidez), en tanto que Aredo et. al. (2012) reportaron pH $3,38 \pm 0,02$ y sólidos solubles $14,4 \pm 0,1$ y Repo-Carrasco y Encina (2008) pH $3,43 \pm 0,01$ y % de sólidos solubles de $13,4 \pm 0,2$. Las variaciones en estas determinaciones también están relacionadas al estado de madurez de la fruta y a las condiciones agroclimáticas de las zonas de producción y los ecotipos. Estos valores de la materia prima encontrados, en conjunto determinaron una buena calidad para el aguaymanto.

4.1.2 Caracterización biométrica del aguaymanto

Los frutos de aguaymanto fueron seleccionados, tomando en cuenta su tamaño, forma y color, de manera homogénea. En la tabla 21, se presenta los resultados de las características biométricas del aguaymanto fresco.

Tabla 21

Características biométricas del aguaymanto fresco

Descripción	Unidad	Dimensión			Promedio
		1	2	3	
Diámetro	cm	2,10	1,80	2,00	1,967
Peso	g	5,98	4,90	6,01	5,630
Volumen	ml	6,00	4,50	6,00	5,500
Densidad aparente	g/ml	0,997	1,089	1,002	1,029
Forma		Esférica	Esférica	Esférica	Esférica

En relación a la clasificación de calibres para los frutos de aguaymanto fresco provenientes del mercado Nery García Zarate, distrito de Ayacucho departamento de Ayacucho, se reportó un diámetro promedio de 1,967 cm, peso de 5,630 g, volumen de 5,50 ml y una densidad aparente de 1,029 g/ml y de forma esférica. La densidad del fruto (también denominada masa específica o peso específico) depende de su contenido de la materia seca, el agua y aire dentro del fruto.

Mendoza y Rodríguez (2012), reportan que la densidad del aguaymanto maduro es de $1,031 \text{ g/cm}^3$, mientras que Martín, Cortés y Montoya (2009), determinaron una

densidad de 1,038 g/cm³ para el aguaymanto. Valores muy cercanos a lo reportado en el trabajo de investigación, la variabilidad se debe a las condiciones agroclimáticas, altitud, ecotipos y grado de madurez de los frutos.

En relación a las mediciones de peso y diámetro ecuatorial promedio determinado en la investigación son muy cercanos a los determinados por Bautista et al. (2014) y concuerda con el rango dado por Fischer et al., (2012), quién manifiesta que el aguaymanto son bayas de 1,25 a 2,5 cm de diámetro y pesan entre unos 4 y 10 g. De acuerdo con Moreiras (2001) los valores varían dentro de las diferentes zonas productoras de 4,01 a 7,58 g.

Según Herrera (2009), el peso de los frutos varía grandemente de acuerdo a los ecotipos, desde 1,70 a 10 g. Así mismo, se han encontrado altos índices de redondez y esfericidad del fruto. De igual manera el autor ha mencionado que el peso es inferior a 1 antes de la madurez, lo cual significa también que el color tiene alguna relación con el peso específico, la densidad del fruto y con la gravedad específica. Indicadores físicos como éstos son importantes para el transporte y seleccionado del fruto.

4.1.3 Composición centesimal del aguaymanto

En la Tabla 22, se presenta los resultados de la composición centesimal del aguaymanto fresco.

Tabla 22

Composición centesimal del aguaymanto fresco

Componentes	Unidad	Cantidad
Humedad	%	79,91
Proteínas	%	2,29
Grasa	%	0,64
Carbohidratos	%	16,34
Ceniza	%	0,82

Con respecto a los resultados de la humedad del aguaymanto, se encontró un valor de 79,91%, Aparcama I. y Villareal L. (2014) reportan valores de humedad desde 80,04 a 80,95 % cuya variación depende del lugar de procedencia del aguaymanto y su ecotipo, el valor reportado en la **tabla 18** está por debajo. En comparación del contenido de proteínas se reportó un alto contenido que alcanza 2,29 % de proteínas y no coinciden con 1,9 % reportado por Repo y Encina (2008) y Véliz y Espinoza

(2010) respectivamente. Además, el contenido de grasa alcanza 0,64 %, es bajo en comparación a 1,33 % reportado por Veliz y Espinoza (2009) en el fruto verde y maduro. El contenido mineral del aguaymanto analizado reportó 0,82 % de cenizas. Veliz y Espinoza (2010), reportan que el aguaymanto en estado verde tiene un valor de % ceniza de 1,99 %. Los valores reportados no coinciden con los valores bibliográfico, esto puede deberse al manejo agronómico que se le da al aguaymanto en cada lugar de procedencia, como la cantidad de fertilizante que es agregado a la planta, su retención y asimilación, así como la calidad del suelo y la capacidad de absorción de nutrientes minerales, también depende del ecotipo, clima y ubicación geográfica.

4.2 EFECTO DEL EMPAQUE, TEMPERATURA Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL AGUAYMANTO

Los resultados de la evaluación del efecto del empaque (PBDP: Polietileno de baja densidad perforado; PBD: Polietileno de baja densidad sin perforar; PADP: Polietileno de alta densidad perforado y PAD: Polietileno de alta densidad sin perforar), la temperatura de almacenamiento (22 °C y 5 °C) y tiempo de almacenamiento (0; 7 y 17 días respectivamente) en las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto fresco se analizan y discuten a continuación.

En la tabla 23, se presenta los resultados del efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en la variación del peso, acidez, sólidos solubles e índice de madurez del aguaymanto.

Tabla 23

Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en la variación del peso, acidez total, sólidos solubles e índice de madurez del aguaymanto fresco

Tratamiento	Tiempo (Días)	Temperatura (°C)	Tipo de empaque	Peso (g)	Acidez total (%)	Sólidos solubles (%)	Índice de madurez
1	0	22	PBDP	95,060	1,850	14,500	7,838
2	0	22	PBD	101,989	1,850	14,500	7,838
3	0	22	PADP	96,100	1,850	14,500	7,838
4	0	22	PAD	98,390	1,850	14,500	7,838
5	0	5	PBDP	105,700	1,850	14,500	7,838
6	0	5	PBD	89,440	1,850	14,500	7,838
7	0	5	PADP	92,720	1,850	14,500	7,838
8	0	5	PAD	106,620	1,850	14,500	7,838
9	7	22	PBDP	85,320	1,720	14,700	8,547
10	7	22	PBD	93,669	1,720	14,800	8,605
11	7	22	PADP	92,700	1,710	14,800	8,655
12	7	22	PAD	97,190	1,620	14,900	9,198
13	7	5	PBDP	102,740	1,760	14,600	8,295
14	7	5	PBD	86,610	1,750	14,700	8,400
15	7	5	PADP	91,170	1,740	14,900	8,563
16	7	5	PAD	106,400	1,740	14,800	8,506
17	17	22	PBDP	73,280	1,640	14,230	8,556
18	17	22	PBD	81,399	1,710	15,300	8,947
19	17	22	PADP	81,090	1,680	15,450	9,196
20	17	22	PAD	96,580	1,609	15,500	9,172
21	17	5	PBDP	100,650	1,710	14,630	8,677
22	17	5	PBD	84,670	1,690	14,940	8,840
23	17	5	PADP	88,590	1,680	15,180	9,036
24	17	5	PAD	106,170	1,670	15,200	9,102

Nota: Los resultados de acidez total, sólidos solubles e índice de madurez de los tratamientos del 1 al 8, representan los valores iniciales (patrón) del aguaymanto, por ese motivo son iguales.

Según los resultados mostrados en la tabla 23, el tipo de empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento del aguaymanto, influyen en la variación del peso, concentración de sólidos solubles (°Brix), el % de acidez total e índice de madurez.

4.2.1 Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en los sólidos solubles.

Sánchez (2012) menciona que el contenido de sólidos solubles es un parámetro importante que determina la calidad de la fruta y que afectan a la aceptación del consumidor.

En la tabla 24, se muestra los resultados para los sólidos solubles, por efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento.

Tabla 24

Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en la variación del sólidos solubles.

Tratamiento	Tiempo (Días)	Temperatura (°C)	Tipo de empaque	Sólidos solubles (%)	% de incremento de sólidos solubles
1	0	22	PBDP	14,500	
2	0	22	PBD	14,500	
3	0	22	PADP	14,500	
4	0	22	PAD	14,500	
5	0	5	PBDP	14,500	
6	0	5	PBD	14,500	
7	0	5	PADP	14,500	
8	0	5	PAD	14,500	
9	7	22	PBDP	14,700	1,379
10	7	22	PBD	14,800	2,069
11	7	22	PADP	14,800	2,069
12	7	22	PAD	14,900	2,759
13	7	5	PBDP	14,600	0,690
14	7	5	PBD	14,700	1,379
15	7	5	PADP	14,900	2,759
16	7	5	PAD	14,800	2,069
17	17	22	PBDP	14,230	-1,862
18	17	22	PBD	15,300	5,517
19	17	22	PADP	15,450	6,552
20	17	22	PAD	15,500	6,897
21	17	5	PBDP	14,630	0,897
22	17	5	PBD	14,940	3,034
23	17	5	PADP	15,180	4,690
24	17	5	PAD	15,200	4,828

Como se puede apreciar los resultados reportados en la tabla 24 para la variable dependiente sólidos solubles, a medida que pasa el tiempo la concentración de estos en general muestra un incremento. Fisher y Martínez (1999), corroboraron que el fruto del aguaymanto que presenta su contenido de azúcares más alto ha alcanzado su madurez fisiológica.

A medida que pasa el tiempo los frutos de aguaymanto almacenados a temperatura ambiente de 22 °C, muestran mayores incrementos en comparación con los frutos almacenados a 5 °C. debido a que los procesos metabólicos de respiración son menores a temperatura de refrigeración. Cavella, S. et al (2010) menciona que la temperatura tiene un efecto directo en la velocidad de la actividad respiratoria, a mayor temperatura, mayor actividad respiratoria, lo que acelera el proceso de maduración, mientras que, a bajas temperaturas, la velocidad disminuye.

Por su parte el uso de empaques también influye en el incremento de sólidos solubles, los mayores incrementos se dieron cuando las frutas de aguaymanto, se almacenaron en empaques de polietileno de alta densidad.

El mayor incremento de los sólidos solubles se produjo a los 17 días, 22 °C de almacenamiento y con el uso del empaque de polietileno de alta densidad sin perforar cuyo valor es de 15,500 °Brix y correspondiente al tratamiento 20. Debido a que, este empaque al no poseer perforaciones, concentro los gases de la respiración, (Etileno) favoreciendo al proceso de maduración de los frutos de aguaymanto ya que es una fruta climatérica. Castro y González (2010) indican que el contenido de sólidos solubles en la fruta está constituido por 80 a 95% de azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) los cuales aumentan durante el periodo de maduración del fruto producto del hidrólisis de almidón y/o la síntesis de sacarosa y de la oxidación de ácidos, consumidos en la respiración. Sánchez (2012) menciona que el contenido de sólidos solubles es un parámetro importante que determina la calidad de la fruta, que afectan a la aceptación del consumidor.

Si hablamos de conservar los frutos de aguaymanto manteniendo la calidad, sería lo óptimo el menor incremento de sólidos solubles en almacenamiento, y garantizar mayor vida útil, el tratamiento 13, muestra los menores incrementos de sólidos solubles en las frutas de aguaymanto (tiempo de 7 días de almacenamiento a temperatura de 5 °C con empaque de polietileno de baja densidad perforado) con un incremento de 0,69%, con respecto al valor inicial, así también el tratamiento 21 (17 días de almacenamiento a temperatura de 5 °C con empaque de polietileno de baja densidad perforado) con un incremento del 0,897 de Brix. Velásquez F., et al (2022)

en su estudio determino que los frutos de aguaymanto almacenados a 4 °C, 12 °C y 20 °C presentaron °Brix de 10,60 a 13,13; de 10,60 a 15,44 y de 10,60 a 16,20, respectivamente, se aprecia que los valores reportados de °Brix en el estudio a temperatura de 5 °C y los de Velásquez F. a temperatura de 4 °C se acercan.

Por otra parte, podemos notar que en el tratamiento 17, hay un descenso en los sólidos solubles (-1,862%), podemos pensar que se debe a una sobre maduración del fruto y que, en su curva de maduración estaría pasando a la etapa de senescencia. Ya que la temperatura y el empaque favorecen la descomposición de los frutos.

Para determinar si existe diferencia significativa entre las variables independientes y la interacción de estas frente al incremento de sólidos solubles, se realiza el análisis de varianza. El Análisis de varianza (ANVA) particiona a la variabilidad de los sólidos solubles para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En la tabla 25, se presenta el resultado de Pruebas de efectos inter – sujetos para la variable dependiente sólidos solubles.

Tabla 25

Resultado de la Prueba Inter-sujetos de la variable dependiente sólidos solubles

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	19397,514 ^a	43	451,105	67075,839	0,000
Intersección	19691,601	1	19691,601	2927989,522	0,000
Tiempo	860,945	2	430,473	64007,977	0,000
Temperatura	2050,883	3	683,628	101650,177	0,000
Empaque	2562,185	3	854,062	126992,378	0,000
Tiempo*Temperatura	2032,397	5	406,479	604400,371	0,000
Tiempo*Empaque	2471,330	6	411,888	61244,637	0,000
Temperatura * Empaque	6034,569	9	670,508	99699,331	0,000
Tiempo * Temperatura * Empaque	6101,776	15	406,785	60485,812	0,000
Error	0,188	28	0,007		
Total	39530,589	72			
Total corregido	19397,703	71			

Nota: a. R al cuadrado =0,981 (R al cuadrado ajustada =0.962)

Según el análisis de varianza, el tipo de empaque (PBDP, PBD, PADP, PAD), tiempo (0; 7 y 17 días) y temperatura (22 °C y 5 °C) de almacenamiento del aguaymanto fresco influyen en la variación de los sólidos solubles. Estadísticamente existe diferencia altamente significativa. Al igual que en las interacciones tiempo*temperatura, tiempo*empaque, temperatura*empaque y tiempo*temperatura*empaque influyen significativamente en la variación de los sólidos solubles ($p < 0,05$).

En este caso los efectos tienen un valor-p menor que 0,05 ($p < 0,05$); indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 98,1% de la variabilidad de los sólidos solubles. El estadístico R cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 96,2%.

Como existe diferencia significativa en los efectos principales, realizamos la prueba de HSD Tukey, en la tabla 26 se presenta el resultado de la Prueba HSD Tukey para la variable dependiente Sólidos solubles.

Tabla 26

Resultado de la Prueba HSD Tukey para la variable dependiente sólidos solubles

Tiempo	N	Subconjunto		
		1	2	3
0 días	24	14,5350		
7 días	24		14,7779	
17 días	24			20,8529
Sig				1,000

Nota: Se visualiza las medias para los grupos en los subconjuntos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =24,000.

b. Alfa = 0.5

En la tabla 26 se puede notar que hay 3 sub conjuntos diferentes, el resultado estándar o control de 0 días indica que se mantiene a un buen nivel la conservación de solidos solubles, a los 7 días hay una ligera variación de los sólidos solubles (14,7779), indica que hay un avance del grado de madurez y a los 17 días la fruta

tiende a un estado de sobre maduración (20,8529), pues Velásquez y Velásquez (2017) encontraron que el contenido de Sólidos solubles de 15,04 % corresponde al último estado de madurez.

De acuerdo con la prueba HSD de Tukey y comparando los resultados de la tabla 20 los frutos frescos de aguaymanto se conservaron en mejor estado a un tiempo de 7 días, que corresponde a una temperatura de 5 °C y empaque de polietileno de baja densidad si perforar (tratamiento 14), ya que su valor se aproxima más a la medida

4.2.2 Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en el peso

Los tratamientos sometidos a las condiciones experimentales, mostraron en general a medida que pasa el tiempo una disminución del peso, tal como se puede apreciar en los resultados de la tabla 27.

Tabla 27

Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en la variación del peso.

Tratamiento	Tiempo (Días)	Temperatura (°C)	Tipo de empaque	Peso (g)	% de pérdida de peso
1	0	22	PBDP	95,060	
2	0	22	PBD	101,989	
3	0	22	PADP	96,100	
4	0	22	PAD	98,390	
5	0	5	PBDP	105,700	
6	0	5	PBD	89,440	
7	0	5	PADP	92,720	
8	0	5	PAD	106,620	
9	7	22	PBDP	85,320	10,246
10	7	22	PBD	93,669	8,158
11	7	22	PADP	92,700	3,538
12	7	22	PAD	97,190	1,220
13	7	5	PBDP	102,740	2,800
14	7	5	PBD	86,610	3,164
15	7	5	PADP	91,170	1,672
16	7	5	PAD	106,400	0,206
17	17	22	PBDP	73,280	22,912
18	17	22	PBD	81,399	20,188
19	17	22	PADP	81,090	15,619
20	17	22	PAD	96,580	1,840
21	17	5	PBDP	100,650	4,778
22	17	5	PBD	84,670	5,333
23	17	5	PADP	88,590	4,454
24	17	5	PAD	106,170	0,422

A un tiempo de almacenamiento de 7 días la menor pérdida de peso se da a una temperatura de 5 °C y empaque de polietileno de alta densidad sin perforar (PAD) con tan solo 0,206% y a un tiempo de 17 días a la misma temperatura y mismo empaque la variación de peso fue 0,422%, esto se puede explicar gracias a la baja temperatura que redujo la velocidad de respiración de la fruta y efecto barrera de transferencia de gases que proporciona el empaque evitando la pérdida de vapor de agua, que permitió una menor pérdida de peso.

Por otra parte, la mayor pérdida de peso a los 7 días de almacenamiento se reportó a la temperatura de 22 °C con el empaque de polietileno de baja densidad perforada

(PBDP) con 10,246 % de variación y, a los 17 días de almacenamiento también a los 22 °C y con el empaque PBDP con 22,912% de pérdida total en comparación a la muestra inicial de 0 días. Al poseer perforaciones el empaque y estar expuesto al ambiente abierto, el flujo de aire produce un mayor arrastre de humedad del fruto por lo que la pérdida de peso, es más.

Para determinar si existe diferencia significativa entre las variables independientes y la interacción entre estas frente a la pérdida de peso, se realiza el análisis de varianza.

En la tabla 28, se presenta el resultado de Pruebas de efectos inter – sujetos para la variable dependiente Peso.

Tabla 28

Resultado de la Prueba Inter-sujetos de la variable dependiente: Peso

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	5315,943 ^a	43	123,627	12,371	0,000
Intersección	493522,016	1	493522,016	50824,432	0,000
Tiempo	684,318	2	342,159	35,237	0,000
Temperatura	767,811	3	255,937	26,357	0,000
Empaque	1509,767	3	503,256	51,827	0,000
Tiempo*Temperatura	302,088	5	60,418	6,222	0,001
Tiempo*Empaque	212,286	6	35,381	3,644	0,008
Temperatura * Empaque	1085,842	9	120,649	12,425	0,000
Tiempo * Temperatura * Empaque	158,207	15	10,547	1,086	0,410
Error	271,889	28	9,710		
Total	640813,316	72			
Total corregido	5587,833	71			

a. R al cuadrado = 0,951 (R al cuadrado ajustada = 0,877)

Según el Análisis de varianza, el tipo de empaque, tiempo y temperatura de almacenamiento del aguaymanto fresco influyen en la variación del peso. Las interacciones tiempo*temperatura, tiempo*empaque y temperatura*empaque influyen significativamente en la variación del peso ($p < 0,05$).

El Análisis de Varianza (ANVA) particiona a la variabilidad del peso para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto

comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este los efectos tienen un valor-P menor que 0,05; indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 95,1% de la variabilidad del peso. El estadístico R cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 87,7%.

Como existe diferencia significativa en los efectos principales, realizamos la prueba de HSD Tukey.

En la tabla 29, se presenta el resultado de la prueba HSD Tukey para la variable dependiente Pérdida de peso.

Tabla 29

Resultado de la Prueba HSD Tukey para la variable dependiente: Pérdida de peso

Tiempo	N	Subconjunto		
		1	2	3
17 días	24	89,0354		
7 días	24		94,5083	
0 días	24			98,2420
Sig		1,000	1,000	1,000

Nota: Se visualiza las medias para los grupos en los subconjuntos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =24,000.

b. Alfa = 0.5

En la tabla 29 se puede notar que existe 3 subgrupos, esto nos indica que la pérdida de peso en cada día de control es significativamente diferente, a 7 días de almacenamiento hay en promedio una pérdida de peso (94,5083) menor en comparación al resultado control reportado a 0 días (98,2420) y a 17 días de almacenamiento se reporta mayor pérdida de peso (890354).

Tecnológicamente pensando, se desea que el producto tenga menor pérdida de peso para la comercialización, por tanto, el subconjunto de 7 días reporta la menor pérdida de peso.

De acuerdo con la prueba HSD de Tukey y en comparación con la tabla 23, a un tiempo de 7 días los frutos frescos de aguaymanto se conservaron en mejor estado,

que corresponde a una temperatura de 5 °C y empaque de polietileno de alta densidad sin perforara (PAD) que corresponde al tratamiento 16.

4.2.3 Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en la acidez.

Los tratamientos mostraron en general que, a medida que pasa el tiempo una disminución de la acidez titulable, tal como se puede apreciar en los resultados reportados en la tabla 30.

Tabla 30

Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en la variación de la acidez total.

Tratamiento	Tiempo (Días)	Temperatura (°C)	Tipo de empaque	Acides total (%)	% de pérdida de Acidez
1	0	22	PBDP	1,850	
2	0	22	PBD	1,850	
3	0	22	PADP	1,850	
4	0	22	PAD	1,850	
5	0	5	PBDP	1,850	
6	0	5	PBD	1,850	
7	0	5	PADP	1,850	
8	0	5	PAD	1,850	
9	7	22	PBDP	1,720	7,027
10	7	22	PBD	1,720	7,027
11	7	22	PADP	1,710	7,568
12	7	22	PAD	1,620	12,432
13	7	5	PBDP	1,760	4,865
14	7	5	PBD	1,750	5,405
15	7	5	PADP	1,740	5,946
16	7	5	PAD	1,740	5,946
17	17	22	PBDP	1,640	11,351
18	17	22	PBD	1,710	7,568
19	17	22	PADP	1,680	9,189
20	17	22	PAD	1,609	13,027
21	17	5	PBDP	1,710	7,568
22	17	5	PBD	1,690	8,649
23	17	5	PADP	1,680	9,189
24	17	5	PAD	1,670	9,730

La acidez total titulable, como medida general de la presencia de ácidos en el fruto, presenta un comportamiento típico de disminución durante la maduración del fruto de aguaymanto. Como línea base tenemos el resultado del porcentaje de acidez total de 1,850% a días 0 de almacenamiento. La mayor pérdida de acidez se produjo a un tiempo de almacenamiento de 17 días a la temperatura de 22 °C y con el empaque de polietileno de alta densidad sin perforar (PAD) con porcentaje de pérdida de 13,027% y, coincide con el incremento de sólidos solubles reportados en la tabla 20. La menor pérdida de acidez se presentó a los 7 y 17 días de almacenamiento, a temperatura de 5 °C y con empaque de polietileno de baja densidad perforado (PBDP) con valores de 1,7600 % acidez y 1,640 %acidez respectivamente.

La disminución de la acidez total titulable es atribuida principalmente a la utilización de los ácidos orgánicos como sustratos respiratorios y a la conversión de estos en azúcares. (Novoa, 2006).

El aguaymanto alcanza una acidez de 1,61% valor cercano a 1,68 % y 1,5% lo que nos reporta la NTC 4580 (1999) y CITED (2014), para estar en una madurez fisiológica óptima para el consumo, valores a los cuales se están acercando los tratamientos evaluados en un tiempo de almacenamiento de 17 días, que va desde 1,609% a 1,710% a temperatura de 22 °C y entre 1,670% a 1,710% a temperatura de 5 °C. La concentración de la acidez depende del metabolismo de los polímeros que se encuentran en el fruto, estos se ven afectados por un factor externo como la temperatura al almacenarlos.

CITED (2014), indica que la acidez en el aguaymanto se estabiliza, en la madurez fisiológica y alcanza a 1,5 % de ácido cítrico, lo cual le da un sabor particular al aguaymanto. Por lo que podemos decir que el proceso de maduración del aguaymanto evaluado aun continúa.

Para determinar si existe diferencia significativa entre las variables independientes y la interacción entre estas frente a la pérdida de acidez, se realiza el análisis de varianza.

En la tabla 31, se presenta el resultado de Pruebas de efectos inter – sujetos para la variable dependiente acidez.

Según el Análisis de varianza, el tipo de empaque, tiempo y temperatura de almacenamiento del aguaymanto fresco influyen en la variación de la acidez. Las interacciones tiempo*temperatura, tiempo*empaque, temperatura*empaque y tiempo*temperatura*empaque influyen significativamente en la variación de los sólidos solubles ($p < 0,05$).

Tabla 31

Resultado de la Prueba Inter-sujetos de la variable dependiente: Acidez

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,443 ^a	43	0,010	155,075	0,000
Intersección	172,451	1	172,451	2594874,873	0,000
Tiempo	0,280	2	0,140	2107,835	0,000
Temperatura	0,010	3	0,003	51,384	0,000
Empaque	0,006	3	0,002	32,323	0,000
Tiempo*Temperatura	0,011	5	0,002	34,487	0,000
Tiempo*Empaque	0,008	6	0,001	20,988	0,000
Temperatura * Empaque	0,006	9	0,001	9,430	0,000
Tiempo * Temperatura * Empaque	0,013	15	0,001	12,952	0,000
Error	0,002	28	6,646E-05		
Total	221,600	72			
Total corregido	0,445	71			

Nota: a. R al cuadrado = 0,996 (R al cuadrado ajustada = 0,989)

El Análisis de Varianza (ANVA) reportado en la tabla 31, particiona a la variabilidad de la acidez para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este los efectos tienen un valor-P menor que 0,05; indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 99,6% de la variabilidad de la acidez. El estadístico Rcuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 98,9%.

Como existe diferencia significativa en los efectos principales, realizamos la prueba de HSD Tukey

En la tabla 32, se presenta el resultado de la Prueba HSD Tukey para la variable dependiente Acidez.

Tabla 32

Resultado de la Prueba HSD Tukey para la variable dependiente: Acidez

Tiempo	N	Subconjunto		
		1	2	3
17 días	24	1,6829		
7 días	24		1,7208	
0 días	24			1,8540
Sig		1,000	1,000	1,000

Nota: Se visualiza las medias para los grupos en los subconjuntos

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica =24,000.

b. Alfa = 0.5

la prueba HSD Tukey para la variable acidez, presenta tres subconjuntos, los que nos indica las variaciones de acidez en los tiempos de almacenamiento son diferentes. Al resultado control de 0 días de almacenamiento (1,8540 %acidez) indica que mantiene un nivel de conservación adecuado, y a los 7 y 17 días de almacenamiento hay una variación de la acidez de 1,7208 %acidez y 1,6829 %acidez respectivamente.

De acuerdo con la prueba HSD de Tukey y en comparación con la tabla 26, a un tiempo de 7 días los frutos frescos de aguaymanto que se conservaron en mejor estado, corresponde a una temperatura de 5 °C y empaque de polietileno de alta densidad sin perforar (PAD) y polietileno de alta densidad perforada (PADP), se toma estos dos tratamientos debido a que se busca valores próximos a las medias estadísticas de la prueba de Tukey, además considerando que para se desea presentar un buen producto al consumidor con las mejores características de sabor.

4.2.4 Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en el índice de madurez.

A medida que se incrementa el tiempo de almacenamiento el índice de madurez se incrementa. La madurez ha sido definida como la transición entre el desarrollo y la senescencia de los frutos. El índice de madurez determina el grado de maduración de los frutos como resultante de la relación entre los SST (°Brix) y el porcentaje de acidez de los frutos. Un fruto tropical como el aguaymanto, es su óptima madurez,

muestra la mayor cantidad de carbohidratos y a su vez presenta la menor concentración de acidez, es decir, el índice de madurez tiene una relación directa con la cantidad de azúcares en el fruto, mientras que con la acidez va disminuyendo (Duque, 2005). En la tabla 23 se aprecia los índices de madurez de los tratamientos en función a la temperatura, tipo de empaque y tiempo de almacenamiento.

Podemos diferenciar que, el momento de inicio del estudio la muestra patrón almacenada a 0 días se encuentra en un índice de madurez de 7,838 °Brix/% acidez, según la NTC 4580 (1999) se encuentran en el estado 4 de la tabla de color. El día 7 de almacenamiento el IM mayor se registró a temperatura de 22 °C con el empaque de polietileno de alta densidad sin perforada (PAD) 9,198 °Brix/% acidez y el menor índice de madurez fue a la temperatura de 5 °C con el empaque de polietileno de baja densidad perforada (PBDP). Para el día 17 de almacenamiento, el IM más bajo pertenece al empaque PBDP y temperatura de refrigeración de 22 °C de 8,556 °Brix/% acidez y se encuentra en el estado 5 de la tabla de color, el IM más alto es de 9,196 °Brix/% acidez reportado por el empaque PADP a la temperatura de 22 °C, ubicándose en el estado 6 de la tabla de color de la norma técnica colombiana 4580, los cuales guardan relación con el incremento de sólidos solubles reportados en la tabla 20. Según Velásquez y Velásquez (2017), a través del proceso de maduración se observa un aumento significativo del índice o relación de madurez (IM) de 2,72 °Brix/% acidez hasta 9,38 °Brix/% acidez en el caso del aguaymanto de Huaribamba (Huancavelica) y de 2,97 °Brix/% acidez hasta 8,33 °Brix / % acidez en el caso del aguaymanto de Acomayo (Huánuco); por lo que podemos aludir que los tratamientos del día 17 de almacenamiento están llegando al último estado de madurez.

4.3 EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL EMPAQUE, TEMPERATURA Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL AGUAYMANTO

La evaluación de la aceptabilidad general se desarrolló mediante la aplicación de una escala hedónica de 7 puntos en bayas de aguaymanto con empaque de polietileno de baja y alta densidad perforada y sin perforar, almacenadas a temperatura de 22 °C y 5 °C, se realizó a los 0; 7 y 17 días de almacenamiento respectivamente, se evaluó en función a percepción global de los atributos: sabor y color.

En el anexo 3, se presentan los resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor correspondiente a todos los tratamientos (24), durante los días 0; 7 y 17 de almacenamiento del aguaymanto fresco en condiciones de temperatura ambiente (22

°C) y de refrigeración (5 °C) con sus empaques respectivos (PBDP: Polietileno de baja densidad perforado; PBD: Polietileno de baja densidad sin perforar; PADP: Polietileno de alta densidad perforado y PAD: Polietileno de alta densidad sin perforar).

En el anexo 4, se presentan los resultados de la evaluación sensorial del atributo color correspondiente a todos los tratamientos (24), durante los días 0, 7 y 17 de almacenamiento del aguaymanto fresco en condiciones de temperatura ambiente (22 °C) y de refrigeración (5 °C) con sus empaques respectivos (PBDP: Polietileno de baja densidad perforado; PBD: Polietileno de baja densidad sin perforar; PADP: Polietileno de alta densidad perforado y PAD: Polietileno de alta densidad sin perforar).

En el anexo 5 se presentan los resultados de los valores transformados a rangos del atributo sabor y en el anexo 6 se presentan los resultados de los valores transformados a rangos del atributo color.

4.3.1 Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en la caracteriza sensorial sabor.

En la tabla 33, se presenta el resumen de la prueba de hipótesis para el atributo sabor. La hipótesis nula es: “Las distribuciones de los tratamientos 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23 y 24 son las mismas”. Para ello se aplicó el análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas. El nivel de significación es de 0,05 ($p < 0,05$),

Tabla 33

Resumen de la prueba de hipótesis por rangos de Friedman para el atributo sabor

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Discusión
1	Las distribuciones de Tto1, Tto2, Tto3, Tto4, Tto5, Tto6, Tto7, Tto8, Tto9, Tto10, Tto11, Tto12, Tto13, Tto14, Tto15, Tto16, Tto17, Tto18, Tto19, Tto20, Tto21, Tto22, Tto23 and Tto24 son las mismas	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para nuestras muestras relacionadas	0,000	Rechazar la hipótesis nula

Nota: Se muestra significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0,05

En la tabla 33 se puede apreciar que el nivel de significancia es menor a 0,05, por lo tanto, la decisión es: rechazar la hipótesis nula. Esto quiere decir que con respecto al atributo sabor, por lo menos uno de los tratamientos es diferente de los demás, el

cual se identificó estadísticamente el mejor tratamiento desde el punto de vista de la aceptabilidad del consumidor.

Realizamos la prueba de varianza para corroborar la hipótesis que la hipótesis nula es falsa.

En la tabla 34, se presenta la Prueba de efectos Inter sujetos para el atributo sabor.

Tabla 34

Prueba de efectos inter – sujetos para el atributo sabor

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	9884,368 ^a	34	290,717	27,510	0,000
Intersección	44916,138	1	44916.138	4250,366	0,000
Panelistas	0,475	11	0.043	0,004	1,000
Tratamientos	9883,691	23	429,726	40,664	0,000
Error	2673,601	253	10,568		
Total	57483,000	288			
Total corregido	12557,969	287			

a. R al cuadrado = 0,877 (R al cuadrado ajustada = 0,858)

El análisis de varianza (ANVA) para el atributo sabor corrobora las pruebas de Friedman para muestras relacionadas. A un nivel de significación de 0,05 ($p < 0,05$) existe significancia estadística entre los tratamientos comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este los efectos tienen un valor-P menor que 0,05; indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 87,7% de la variabilidad del sabor. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 85,8%.

Velásquez y Mestanza (2013), evaluaron que el sabor del fruto está determinado por los azúcares, ácidos orgánicos y compuestos químicos volátiles presentes; cuando el fruto cambia de verde a maduro, el contenido de azúcares se eleva y los ácidos orgánicos disminuyen y desciende también el contenido de almidón mientras que los sólidos solubles aumentan, como se pudo apreciar en los resultados de la tabla 23,

hay incremento en los Brix y disminución del % de acidez, lo que provoca la variabilidad estadística de los tratamientos.

Con la prueba post hoc de Duncan^{ab}, podremos determinar que tratamientos son diferentes.

Tabla 35

Pruebas Post hoc Duncan^{a,b} para el atributo sabor

Tratamientos	N	subconjuntos				
		1	2	3	4	5
Tto23	13	3,96				
Tto21	12	4,08				
Tto20	12	4,33				
Tto18	12	4,42				
Tto24	11	4,68				
Tto17	12	5,13				
Tto19	12	5,79				
Tto15	12		10,21			
Tto13	12		10,83			
Ttp9	12		12,04			
Tto12	12		12,58			
Tto11	12		12,71			
Tto22	12		13,08			
Tto16	12		13,13			
Tto10	12		13,25			
Tto4	12			16,83		
Tto7	12			18,04	18,04	
Tto1	12			18,08	18,08	
Tto2	12			18,29	18,29	
Tto5	12			18,46	18,46	
Tto3	12			18,75	18,75	18,75
Tto8	12			19,50	19,50	19,50
Tto14	12				20,17	20,17
Tto6	12					21,46

La Prueba Post Hoc de Duncan^{a,b} para el atributo sabor, mostrados en la tabla 35, nos presenta 5 subconjuntos, lo que indica la variabilidad de aceptación que obtuvieron los frutos de aguaymanto. Los tratamientos que se encuentran en el

subconjunto 1 adquirieron los menores niveles de aceptación, por lo contrario, los tratamientos que se encuentran en el subconjunto 5 muestra los niveles más altos de aceptación en la evaluación del sabor.

Podemos apreciar en la prueba de Duncan que los tratamientos del sub conjunto 1 (Tto24; Tto23; Tto21; Tto20; Tto19; Tto18; Tto17), fueron los que se evaluaron en el día 17 de almacenamiento, en comparación a los tratamientos del subconjunto 5 (Tto7; Tto1; Tto2; Tto5; Tto3; Tto8; Tto6) que la evaluación fue en el día cero. Esto indica que el atributo sabor se va perdiendo al paso del tiempo. De la misma manera Gamarra (2017), reporta que el promedio de las calificaciones de aceptabilidad general en bayas de aguaymanto en función al tiempo de almacenamiento para los días 0 y 30 para los diferentes tratamientos que empleo; una disminución en el promedio de las calificaciones en las bayas de aguaymanto a medida que transcurrieron los días de almacenamiento.

Rojas-Grau et al. (2009). Indican que los alimentos no sólo la estabilidad microbiológica juega un papel indispensable en la calidad, sino también aspectos como el sensorial son indispensables, uno de los aspectos relevantes es la pérdida de sabores, que afecta fuertemente la aceptabilidad sensorial.

La pruebas Post hoc Duncan^{a,b}, indica también que el tratamiento 14, almacenada por 7 días, 5 °C y empaque de polietileno de baja densidad sin perforar es la de mejor aceptabilidad, al igual que los tratamiento del día 0, de este mismo subgrupo no se selecciona a los tratamientos 3; 8 ó 6, puesto que son los tratamientos testigos.

4.3.2 Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en la caracteriza sensorial color

En la tabla 36, se presenta el resumen de la prueba de hipótesis para el atributo color. La hipótesis nula es: "Las distribuciones de los tratamientos 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23 y 24 son las mismas". Para ello se aplicó el Análisis de Varianza de dos vías por rangos de Friedman para muestras relacionadas. El nivel de significación es de 0,05 ($p < 0,05$),

Tabla 36*Resumen de la prueba de hipótesis por rangos de Friedman para el atributo color*

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Discusión
1	Las distribuciones de Tto1, Tto2, Tto3, Tto4, Tto5, Tto6, Tto7, Tto8, Tto9, Tto10, Tto11, Tto12, Tto13, Tto14, Tto15, Tto16, Tto17, Tto18, Tto19, Tto20, Tto21, Tto22, Tto23 and Tto24 son las mismas	Análisis de varianza de dos vías por rangos de Friedman para nuestras relacionadas	0,000	Rechazar la hipótesis nula

Nota: Se muestra significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0,05

En la tabla 36 se puede apreciar que el nivel de significancia es menor a 0,05, por lo tanto, la decisión es: rechazar la hipótesis nula. Esto quiere decir que con respecto al atributo color, por lo menos uno de los tratamientos es diferente de los demás, el cual se identificó estadísticamente el mejor tratamiento desde el punto de vista de la aceptabilidad del consumidor. Velásquez F. et al (2022) encontraron en su estudio que, el tiempo y temperatura de almacenamiento tiene un efecto significativo en los parámetros de color de los frutos de aguaymanto, indicando que las variaciones en los parámetros de color (L^* , a^* y b^*) durante el almacenamiento poscosecha a diferentes temperaturas que se podrían relacionar con el índice de madurez.

En la tabla 37, se presenta la prueba de efectos Inter sujetos para el atributo color.

Tabla 37*Prueba de efectos inter – sujetos para el atributo color*

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	11007,517 ^a	34	323,751	45,474	0,000
Intersección	44938,108	1	44938,108	6311,981	0,000
Panelistas	0,039	11	0,004	0,000	1,000
Tratamientos	11007,508	23	478,587	67,222	0,000
Error	1801,232	253	7,119		
Total	57796,250	288			
Total corregido	12808,749	287			

a. R al cuadrado = 0,859 (R al cuadrado ajustada = 0,841)

El Análisis de Varianza (ANVA) para el atributo color corrobora la prueba de Friedman para muestras relacionadas. A un nivel de significación es de 0,05 ($p < 0,05$) existe significancia estadística entre los tratamientos comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este los efectos tienen un valor-P menor que 0,05; indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 85,9% de la variabilidad del sabor. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 84,1%.

Fischer y Martínez, (1999) mencionan que, durante la maduración, el fruto del aguaymanto cambia de color verde a naranja debido a la degradación de clorofilas y acumulación de carotenoides, principalmente β -caroteno, paralelo a este proceso, el fruto pierde firmeza. El color del fruto de aguaymanto de la investigación es de color anaranjado, esto puede ser por el ecotipo utilizado.

Con la prueba post hoc de Duncan^{ab}, podremos determinar que tratamientos son diferentes.

En la tabla 38, se presenta los resultados de la Prueba Post Hoc Duncan^{a,b} para el atributo color.

Tabla 38*Pruebas Post hoc Duncan^{a,b} para el atributo color*

Tratamientos	N	subconjuntos				
		1	2	3	4	5
Tto24	11	3,55				
Tto18	12	3,71				
Tto20	12	4,38	4,38			
Tto23	13	4,46	4,46			
Tto21	12	4,63	44,63			
Tto17	12	4,75	4,75			
Tto19	12		6,25			
Tto11	12			10,95		
Tto10	12			11,04		
Tto22	12			11,17		
Tto13	12			11,21		
Tto9	12			11,29		
Tto16	12			11,63		
Tto15	12			11,96		
Tto12	12			13,04		
Tto14	12				18,25	
Tto2	12				18,50	
Tto1	12				18,71	
Tto3	12				19,13	
Tto4	12				19,42	
Tto8	12				19,50	
Tto7	12				19,67	
Tto5	12				20,33	20,33
Tto6	12					22,38

La Prueba Post Hoc de Duncan^{a,b} para el atributo color, de la tabla 38, divide a los tratamientos en 5 subgrupos, esto indica la diferencia de aceptación del atributo color que existe entre los tratamientos. Los tratamientos del sub conjunto 1 (Tto24; Tto18; Tto20; Tto23; Tto21; Tto17) reportaron los niveles más bajos de aceptación, por su parte los tratamientos que se encuentran el sub conjunto 5 (Tto5 y Tto6) y subconjunto 4 (Tto14; Tto2; Tto1; Tto3; Tto4; Tto8; Tto7; Tto5), reportan los niveles más altos de aceptación.

El color en los tratamientos del día 17 de almacenamiento tienen una tendencia a aumentar debido a la maduración del fruto de aguaymanto, independientemente a la temperatura de almacenamiento y empaque, llegando a color naranja oscuro,

reportado similar por Velásquez F. et. al. (2022) que, en su estudio, determino que a las temperaturas de estudio (4; 12 y 20 °C) se incrementó el parámetro color a*, que representa la acumulación de carotenoides que son los responsables del típico color anaranjado. temperatura

La pruebas Post hoc Duncan^{a,b}, indica también que el tratamiento 14, es decir almacenada por 7 días a 5 °C y empaque de polietileno de baja densidad sin perforar, es la de que tiene mejor aceptabilidad, de este mismo subgrupo no se selecciona a los tratamientos 1; 2; 3; 4; 5; 7 y 8, puesto que son los tratamientos testigos.

V. CONCLUSIONES

1. Según el Análisis de varianza, el tipo de empaque, tiempo y temperatura de almacenamiento del aguaymanto (*Physalis peruviana* L) fresco y las interacciones tiempo*temperatura, tiempo*empaque, temperatura*empaque y tiempo*temperatura*empaque influyen significativamente en la variación de las propiedades fisicoquímicas (sólido solubles, acidez, peso) y sensoriales (sabor y color). Ya que cada tratamiento retarda de manera diferente el proceso metabólico de maduración y posterior senescencia del fruto de aguaymanto.
2. Según los resultados obtenidos, las menores variaciones en las propiedades fisicoquímicas (solidos solubles, peso, acidez) se originaron a la temperatura de 5 °C, con empaques de polietileno de baja densidad sin perforar, empaque de polietileno alta densidad perforada y sin perforar, por tiempo de 7 días de almacenamiento.
3. Según los resultados obtenidos del análisis sensorial en los atributos de color y sabor, de frutos de aguaymanto frescos, los panelistas determinamos que, el tratamiento 14, es decir, a 7 días y 5 °C de almacenamiento con empaque de polietileno de baja densidad sin perforar (PBD) tuvieron mayor aceptabilidad.

VI. RECOMENDACIONES

1. Evaluar otros tipos de empaques en la conservación del aguaymanto fresco, como los empaques biodegradables.
2. Determinar el tiempo de vida útil del aguaymanto en condiciones de almacenamiento en atmosfera controlada.
3. Evaluar la conservación del aguaymanto fresco bajo diferentes condiciones de humedad relativa.
4. Realizar el este tipo de estudio añadiendo una muestra patrón, para ver el comparativo de las variables dependientes sin ningún tipo de tratamiento

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. (1997). Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th ed. Acosta, Andrea (2004), Factores Determinantes de la Exportación de Uchuva, *Physalis Peruviana* L. a los Estados Unidos. Trabajo de Grado. Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Colombia. Págs. 18-19.
- Agronet (2010). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia. Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario.
- Alvarado, Danilo; Márquez, Luis; Pretell, Carla y Minchon, Carlos (2011). Influencia del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de granadilla.
- AMPEX Asociación Macroregional de Productores para la exportación (2008). Perfil de Mercado Aguaymanto. Lambayeque - Perú. 46 p.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2012). Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists. 19th Ed. Washington DC.
- Aparcana, I. y Villareal, L. (2014). Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del fruto *Physalis peruviana* "Aguaymanto" de diferentes lugares geográficos del Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú
- AREX – Asociación comercial de exportadores de Lambayeque (2013). Perfil comercial de aguaymanto deshidratado. Sierra exportadora. Lambayeque (Perú).
- Badui, D. S. (2006). Química de los alimentos. Guadalajara, México: Pearson.
- Barcina, Y; Ibáñez, F. (2001). Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones. Barcelona, España, Taylor & Francis. p. 126.
- Bautista, M.C., Reyna, L.M., Bravo, M. A., Aguirre, R. M. (2014). Obtención de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) liofilizado Rev. Per. Quím. Ing. Quím. Vol. 17 N° 1 2014. Págs. 37-42
- Benavides P. E. Cuasqui L. E. (2008) Estudio del Comportamiento Poscosecha de la Uvilla (*Physalis Peruviana* L.) sin Capuchón. Tesis de la Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador. 131p.
- Brito, D. (2009). Producción de uvilla de exportación. (F. E. Apropiada, Ed.) Quito, Ecuador.
- Calderón, E. (1993). Fruticultura general. Tercera edición. Ed. Limusa. México. 763 p.
- Camacho G. y Sanabria G. (2005). Alternativas de Procesamiento y transformación de la Uchuva. Editado por Fisher et al, Colombia. pp. 191-203.
- Castañeda G. E. y Paredes R. (2003). Estudio del proceso respiratorio, principales ácidos orgánicos, azúcares y algunos cambios fisicoquímicos en el desarrollo del fruto de uchuva (*Physalis Peruviana* L.). Trabajo de grado Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Castillo, M. (2011). Análisis proximal de alimentos. Dirección General de Normas. México.
- Cavella, S., Masi, P., Perone, N., Torrieri, E. (2010). Modelado de la tasa de respiración de brócoli (*Brassica rapa* var . *sylvestris*) mínimamente procesado para el diseño de envases en atmósfera modificada. Tomado de <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02387.x>
- Cedeño M. M. y Montenegro, D. M. (2004). Plan Exportador, Logístico y de Comercialización de Uchuva al Mercado de Estados Unidos para Frutexpo,

- S.C.I. Ltda. Bogotá, Tesis de Pregrado, Ingeniería Industrial, Universidad Javeriana.
- Diario Extra (19/05/2022) Aguaymanto: fruta con alta concentración de vitamina. Tomado de: <https://www.extra.com.pe/aguyamanto-fruta-con-alta-concentracion-de-vitamina/>
- Diario Extra (07/21/2021) Aguaymanto: fruta con alta concentración de vitamina. Tomado de: <https://www.extra.com.pe/aguyamanto-una-super-fruta-andina/>
- Dostert N., Roque J., Cano A., La Torre M. y Weigend M. (2012) hoja botabnica de aguaymanto. Tomado de https://repositoriodigital.minam.gob.pe/bitstream/handle/123456789/188/BIV_01200.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Duque A., Giraldo, V., y Quintero. (2011). Caracterización de la fruta, pulpa concentrado de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Tema Agraria, 16: 75-83.
- Elías, LG; Jeffery, LE; Watts, BM; Ylimaki, G. L. (1992). Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Ottawa, Canadá, Internacional Development Research Centre.
- Encina, C. (2006). Influencia del descerado y composición del almíbar en la optimización del tratamiento térmico de la conserva de aguaymanto (*Physalis peruviana* Linnaeus) para mayor retención del Ácido ascórbico. Lima, Perú.
- Encina, C.; Ureña, M.; Repo, R. (2007). Determinación de los compuestos bioactivos del Aguaymanto (*Physalis peruviana*, Linnaeus, 1753) y de su conserva en almíbar maximizando la retención de ácido ascórbico (en línea). Perú. Consultado 15 may. 2013. Disponible en: <http://www.guzlop-editoras.com/>
- Espinoza, J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. La Habana, Cuba, Editorial
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2006). Manual para el manejo postcosecha de frutas tropicales. Tomado de: <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm>. Consultado el 06 de agosto del 2014.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). RAPA (Regional Office for Asia and the Pacific) y AFMA (Association of Food Marketing Agencies in Asia and the Pacific) (1989). Manual para el Mejoramiento del manejo Poscosecha de frutas y hortalizas. Santiago – Chile. (87p).<http://www.fao.org/docrep/x5056s/x5056s03.htm>. Consultado el 25 de Octubre del 2013.
- Fischer G. (2000). Crecimiento, producción, poscosecha y exportación de la Uchuva (*Physalis Peruviana* L.). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Fischer G. y Martínez O. (1999). Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. Agronomía Colombiana.
- Fischer G., Elbert G. y Ludders P. (2007). Producción, semillas y contenido de carbohidratos de frutos de la variedad (*Physalis peruviana* L.) cultivados en dos altitudes colombianas contrastantes. Revista de Botánica Aplicada y Calidad de los Alimentos. Bogotá.
- Fischer G., Miranda D., Piedrahita W. y Romero J. (2005), Avances en cultivo, Poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia Universidad Nacional de Colombia, Primera edición, editorial e impresión Universidad Nacional de Colombia, Unibiblos. Bogotá – Colombia. 221 p.
- Galvis, J., Arjona, J., & Fischer, G. y. (2005). Using of modified atmosphere parking for storing van Dyke´ Mango (*Mangifera indica* L.) fruit. Bogotá, Colombia.
- García, M. C. y Torres M. (2005). Evaluación preliminar de algunos empaques como alternativa para prolongar la vida titil de la uchuva. En: <http://www.frutasyhortalizas.com.co>; consulta: 18 feb. 2005.

- Guevara, A. y Málaga, R. (2013). "Determinación de los parámetros de proceso y caracterización del puré de aguaymanto". Revista Ingeniería Industrial, Universidad de Lima.
- Guzmán, N. R. y Segura, E. (1989). Tecnología de frutas y hortalizas. Unisur, Bogotá. 240 p.
- Hernández, M. S. (2001). Conservación del fruto de arazá (*Eugenia stipitata*) durante la poscosecha mediante la aplicación de diferentes técnicas. Tesis de doctorado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Herrera, A. Flórez, V. J.; Fischer, G.; Sora, A.D. (2000). Manejo poscosecha en: Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) Universidad Nacional de Colombia, Bogotá: p.109-127.
- Heymann, H; Lawless, H. (2010). Sensory evaluation of food, principles and practices. 2 ed. Nueva York, Estados Unidos, Springer. 626 p.
- Huamaní L., Navarrete R. (2016) Estudio de la viabilidad económica para la producción y comercialización de aguaymanto en los valles de huac-huas, lucanas – Ayacucho-
- Kays, S. (1997). Postharvest physiology of perishable plant products. Primera edición. Exon Press, Athens, GA. pp. 263-278.
- Lanchero, O.; Velandia, G.; Fischer, G.; Varela, N. C. y García, H. (2007). Comportamiento de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en poscosecha bajo condiciones de atmósfera modificada activa. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria (2007) 8(1), 61-68.
- Landwehr, T. y F. Torres. (1995). Manejo poscosecha de frutas. Instituto universitario Juan de Castellanos. Editorial Jotamar, Tunja. 233 p.
- Lin D. y Zhao Y. (2007) Innovaciones en el desarrollo y aplicación de recubrimientos comestibles para frutas y verduras frescas y mínimamente procesadas.
- Liria Domínguez M. (2007) Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos. Instituto de Investigación Nutricional – IIN
- López, E. y L. H. Páez (2002). Comportamiento fisiológico de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo condiciones de refrigeración y películas plásticas para su conservación en pos cosecha. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Málaga, B. (2013). Efecto de procesamiento de puré de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) sobre la vitamina C, compuestos fenólicos totales, carotenoides totales y capacidad antioxidante. Lima, Perú.
- Martin L., Cortés M., y Montoya D. (2009). Fisiología de frutas y hortalizas post recolección. Zaragoza. Acribia editorial. España.
- Marful Rocha P. (2019) Aplicación de técnicas estadísticas al análisis sensorial inteligente. Universidad de Santiago de Compostela. España
- Martínez, Elena J. (2004). Métodos No Paramétricos I. 2do. Cuat.
- Madriñan Palomino, C. E. (2010). Caracterización morfológica de accesiones de *Physalis peruviana* L. del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.
- Mejía Muñoz, Beatriz (1997), Conservación de Uchuva (*Physalis Peruviana*) en atmósferas modificadas, Trabajo de grado, Especialización en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia.
- Meléndez, A., Bejines, E., Vicario, I., & Heredia, F. (2004). Vitamin C in orange juices determined by HPLC: Influence of the wavelenght of detec. Journal of food science, 79-95.
- Mendoza y Rodríguez (2012). Efecto de la ingesta de *Physalis peruviana* L. sobre la glicemia postprandial en adultos jóvenes. Revista Vallejana. Colombia.

- Navarro Ore Lucia (2015). Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta industrial de envasado de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) fresco, en Ayacucho"
- Norma Técnica Colombiana 4580 (1999). Fruta fresca, Uchuva, Especificaciones. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá.
- Norma Técnica Peruana 203.121 (2007). Frutas andinas tipo berries (bayas). Aguaymanto fresco. Especificaciones. Dirección de Normalización - INACAL
- Novoa, R., M. Bojacá, J. Galvis y G. Fischer (2006). La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva (*Physalis peruviana* L.)
- Palacios, J. (1993). Plantas Medicinales Nativas del Perú. CONCITEC. Perú.
- Palencia, Y. (2010). Sustancias bioactivas en los alimentos. Zaragoza, España: Unizar.
- Pantástico, E. (1984). Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. Cecsa, México. pp. 328-329, 375-379.
- Pauro, V. (2016). Aplicación de dos métodos (encerado o inmersión en cloruro de calcio) para la conservación poscosecha del aguaymanto (*Physalis peruviana*) sin cáliz. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial) Universidad Nacional del Altiplano
- Piccolo, E.L., Martinez García, L., Landi M., Guidi, L., Massai, R. & Remorini, D. (2020). Influences of Postharvest Storage and Processing Techniques on Antioxidant and Nutraceutical Properties of *Rubus idaeus* L.: A Mini-Review. *Horticulturae*, 6(4), 105. Tomado de: <https://doi.org/10.3390/horticulturae6040105>.
- PROMPERU (2020) Reporte Técnico del mes de agosto del 2017. Consultado el 15 de marzo del 2019. Tomado de: <http://www.siicex.gob.pe/siicex/apb/ReporteProducto.aspx?psctor=1025&preporte=prodmercvolu&pvalor=331080>.
- Puente L., Pinto C., Castro E., Cortes M. (2011). *Physalis peruviana* Linnaeus, las múltiples propiedades de una fruta altamente nutricional. Revisión. Investigación Alimentaria Internacional.
- Repo R., Encina CR. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. Revista de la Sociedad Química del Perú.
- Repo, C. R., Encina, C. Z., & Ureña, M. (2012). Determinación de los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante del Aguaymanto (*Physalis peruviana* 1753) y de su conserva en almíbar maximizando la retención del Ácido ascórbico. Revista Sociedad Química del Perú., 108-124.
- Rey Rodríguez, C.A. (2011). Modelo para el diseño y pruebas de empaques para uchuva en las empresas exportadoras de Bogotá y Cundinamarca. Tesis de grado para optar el título de Magister en Ingeniería Industrial. Departamento de Sistemas e Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez B., Iván H. (2013). Fichas técnicas de empaque, envase y embalaje. Tomado de: www.envapack.com
- Rodríguez, M. (2003). Estudio de la conservación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) utilizando los métodos de atmósfera modificada, refrigeración y encerado. Trabajo de grado. Departamento de Química, Facultad de Ciencias, universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 123 p.
- Rodríguez, U. (2007). Efecto de la ingesta de *Physalis peruviana* (Aguaymanto) sobre la glicemia postprandial en adultos jóvenes. Med. Vallejana, 43-53.

- Rojas-Grau et al., (2009) Recubrimientos comestibles para incorporar ingredientes activos a frutas recién cortadas. Ministerio de Ciencia y Tecnología de España.
- Severo J., Manica R. y Silva J. A. (2009). Características físico-químicas de *Physalis* en diferentes coloraciones de cáliz y sistemas de conducción. Revista Brasileña de Fruticultura.
- Shofian, N. M., Hamid, A. A., Osman, A., Saari, N., Anwar, F., Pak Dek, M. S., & Hairuddin, M. R. (2011). Effect of freeze-Drying on the antioxidant compounds and antioxidant Activity of selected tropical fruits. International Journal of molecular sciences, 78-92.
- Sierra y selva exportadora (2020). Estudio de mercado del aguaymanto. Tomado de: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1720425/An%C3%A1lisis%20de%20Mercado%20del%20Aguaymanto.pdf>
- Slideshare a Scribd company (13/11/2014) Parámetros de madurez titulación de acidez libre (determinado como ácido cítrico) en frutas, medida de solidos solubles. Tomado de: <https://es.slideshare.net/victorterry1/practica-2-41534282>
- Tapia M. E. y Fries A.M. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú (ANPE). Lima.
- Tapia Quispe T. (2018) Evaluación del perfil de color, características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de tres estados de madurez comercial del aguaymanto (*physalis peruviana* l.)
- Torres, J. (2011). Elaboración de néctar de uvilla (*Physalis peruviana* L.) usando sacarina, dos concentraciones de estabilizante y dos tiempos de pasteurización. (U. T. Norte, Ed.) Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte. Universitaria. 116 p.
- Velásquez Cristóbal, E. J. y Velásquez Cristóbal, K. I. (2017). Evaluación de las características fisicoquímicas del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) de la zona Andina y Selva en diferentes estados de madurez. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional del Centro. Huancayo – Perú.
- Velásquez, F., Delgado, D., Ramírez, E. (2022). Efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento en los parámetros fisicoquímicos y de color de frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana*). Revista de Invest. Agropecuaria Science and Biotechnology. Volumen 02, (No. 01). pp 29-38. Tomado de: <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP/article/view/782/1144>
- Velásquez, T. y Mestanza, R. (2013). Cultivo del tomatito nativo, tomatillo, uvilla o aguaymanto. Revista Innovación Agraria. INIA Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- Wiley, R. C. (1997). Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Ed. Acibia, S.A., España. pp. 131-256.
- WeatherSpark.com. El clima y el tiempo promedio en todo el año en Ayacucho Perú. Tomado de: <https://es.weatherspark.com/y/23257/Clima-promedio-en-Ayacucho-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

ANEXOS

Anexo 1

Escala hedónica para la evaluación sensorial de aceptabilidad

Valor	Aceptabilidad
	Sabor y color
7	Me agrada mucho
6	Muy bueno
5	Buen sabor
4	Me es indiferente
3	Me disgusta un poco
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

Anexo 2

Formato de evaluación sensorial de aceptabilidad de aguaymanto fresco

Nombre: **Fecha:**

Característica	Muestras															
	M1		M2		M3		M4		M5		M6		M7		M8	
	Color	Sabor	Color	Sabor	Color	Sabor	Color	Sabor	Color	Sabor	Color	Sabor	Color	Sabor	Color	Sabor
Me agrada mucho																
Muy bueno																
Buen sabor																
Me es Indiferente																
Me disgusta un poco																
Me disgusta																
Me disgusta mucho																

Comentarios:

.....

.....

.....

Gracias!!!

Anexo 3

Resultados de evaluación sensorial del atributo Sabor

Día	Tratamientos	Panelistas											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Día 0	1	6	6	6	6	5	6	6	6	7	6	5	6
	2	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6
	3	6	7	7	5	5	6	7	5	6	6	6	7
	4	6	7	6	6	5	6	7	6	4	5	5	6
	5	6	6	6	5	5	6	6	6	6	7	6	7
	6	7	7	6	6	7	7	6	7	6	7	6	7
	7	6	6	5	6	6	6	6	6	6	7	6	6
	8	7	6	6	7	7	7	5	6	7	6	6	6
Día 7	9	5	5	6	6	5	5	5	5	6	5	4	5
	10	5	5	5	5	5	5	6	6	6	5	6	5
	11	5	6	5	5	6	4	6	5	5	5	5	6
	12	5	6	5	5	5	6	6	5	5	5	5	5
	13	5	5	5	5	5	5	5	4	5	6	5	5
	14	6	7	6	6	7	6	6	6	6	7	6	7
	15	6	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5
	16	6	5	5	5	6	6	5	5	6	5	5	5
Día 17	17	4	4	5	4	4	3	5	4	5	4	3	3
	18	4	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3
	19	4	5	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4
	20	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	4	3
	21	4	4	4	4	4	4	3	3	3	5	4	4
	22	5	6	5	5	6	5	5	5	5	6	5	6
	23	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4
	24	5	5	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3

Nota: Los tratamientos del 1 al 8 fueron evaluados en el día 0 de almacenamiento; los tratamientos del 9 al 16 fueron evaluados a los 14 días de almacenamiento y los tratamientos del 17 al 24, fueron evaluados a los 17 días de almacenamiento.

Anexo 4

Resultados de evaluación sensorial del atributo Color

Día	tratamientos	Panelistas											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Día 0	1	6	6	5	7	6	6	6	6	6	6	6	6
	2	7	6	6	6	6	5	6	6	6	5	7	6
	3	7	6	6	6	6	6	6	5	7	6	6	6
	4	6	7	7	6	6	5	6	6	6	6	6	7
	5	6	6	6	6	6	6	7	6	7	7	7	6
	6	7	6	7	7	7	6	7	7	6	7	7	7
	7	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	7
	8	7	6	6	6	6	5	6	6	6	6	7	7
Día 7	9	5	5	4	6	4	5	5	5	5	5	5	5
	10	6	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5
	11	5	5	5	5	4	5	6	4	4	5	5	5
	12	5	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	13	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
	14	7	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	5
	15	5	5	5	6	5	5	5	4	4	5	5	6
	16	6	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
Día 17	17	4	4	4	5	3	4	4	3	3	4	4	4
	18	5	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3
	19	4	5	4	4	5	4	5	3	3	4	4	4
	20	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3
	21	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3
	22	6	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4
	23	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3
	24	5	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3	4

Nota: Los tratamientos del 1 al 8 fueron evaluados en el día 0 de almacenamiento; los tratamientos del 9 al 16 fueron evaluados a los 14 días de almacenamiento y los tratamientos del 17 al 24, fueron evaluados a los 17 días de almacenamiento.

Anexo 5

Valores transformados a rangos del Atributo Sabor

Día	Tratamientos	Panelistas											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Día 0	1	18.0	16.5	19.5	20.0	12.5	18.0	18.0	19.5	23.5	17.5	12.5	17.0
	2	18.0	16.5	19.5	20.0	12.5	18.0	18.0	19.5	18.0	17.5	20.5	17.0
	3	18.0	22.5	24.0	11.5	12.5	18.0	23.5	12.0	18.0	17.5	20.5	22.5
	4	18.0	22.5	19.5	20.0	12.5	18.0	23.5	19.5	4.5	10.0	12.5	17.0
	5	18.0	16.5	19.5	11.5	12.5	18.0	18.0	19.5	18.0	22.5	20.5	22.5
	6	23.5	22.5	19.5	20.0	23.0	23.5	18.0	24.0	18.0	22.5	20.5	22.5
	7	18.0	16.5	11.5	20.0	19.5	18.0	18.0	19.5	18.0	22.5	20.5	17.0
	8	23.5	16.5	19.5	24.0	23.0	23.5	10.0	19.5	23.5	17.5	20.5	17.0
Día 7	9	10.0	8.5	19.5	20.0	12.5	11.0	10.0	12.0	18.0	10.0	5.0	10.5
	10	10.0	8.5	11.5	11.5	12.5	11.0	18.0	19.5	18.0	10.0	20.5	10.5
	11	10.0	16.5	11.5	11.5	19.5	6.0	18.0	12.0	10.5	10.0	12.5	17.0
	12	10.0	16.5	11.5	11.5	12.5	18.0	18.0	12.0	10.5	10.0	12.5	10.5
	13	10.0	8.5	11.5	11.5	12.5	11.0	10.0	6.5	10.5	17.5	12.5	10.5
	14	18.0	22.5	19.5	20.0	23.0	18.0	18.0	19.5	18.0	22.5	20.5	22.5
	15	18.0	8.5	4.0	11.5	4.0	11.0	10.0	12.0	10.5	10.0	12.5	10.5
	16	18.0	8.5	11.5	11.5	19.5	18.0	10.0	12.0	18.0	10.0	12.5	10.5
Día 17	17	3.5	2.5	11.5	3.5	4.0	2.0	10.0	6.5	10.5	4.0	1.0	2.5
	18	3.5	8.5	4.0	3.5	4.0	2.0	4.0	6.5	4.5	4.0	5.0	2.5
	19	3.5	8.5	4.0	11.5	12.5	2.0	4.0	6.5	4.5	4.0	5.0	6.0
	20	3.5	2.5	4.0	3.5	4.0	6.0	4.0	2.5	4.5	10.0	5.0	2.5
	21	3.5	2.5	4.0	3.5	4.0	6.0	1.0	2.5	1.0	10.0	5.0	6.0
	22	10.0	16.5	11.5	11.5	19.5	11.0	10.0	12.0	10.5	17.5	12.5	17.0
	23	3.5	2.5	4.0	3.5	4.0	6.0	4.0	2.5	4.5	1.5	5.0	6.0
	24	10.0	8.5	4.0	3.5	4.0	6.0	4.0	2.5	4.5	1.5	5.0	2.5

Utilizando el programa Excel, se calculó los valores de rangos en cada columna.

Función: JERARQUIA.MEDIA(numero; referencia; [orden])

Anexo 6

Valores transformados a rangos del Atributo Color

Día	tratamientos	Panelistas											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Día 0	1	16	19	12	23	19.5	22	18.5	20	19	19.5	18	18
	2	22	19	19	17.5	19.5	15	18.5	20	19	12.5	22.5	18
	3	22	19	19	17.5	19.5	22	18.5	13	23.5	19.5	18	18
	4	16	24	23.5	17.5	19.5	15	18.5	20	19	19.5	18	22.5
	5	16	19	19	17.5	19.5	22	23.5	20	23.5	23.5	22.5	18
	6	22	19	23.5	23	24	22	23.5	24	19	23.5	22.5	22.5
	7	16	19	19	23	19.5	22	18.5	20	19	19.5	18	22.5
	8	22	19	19	17.5	19.5	15	18.5	20	19	19.5	22.5	22.5
Día 7	9	9	10.5	5.5	17.5	6	15	10.5	13	12.5	12.5	11.5	12
	10	16	10.5	12	10	12.5	6.5	10.5	13	12.5	5.5	11.5	12
	11	9	10.5	12	10	6	15	18.5	7.5	7	12.5	11.5	12
	12	9	19	19	10	12.5	15	10.5	13	12.5	12.5	11.5	12
	13	9	10.5	12	10	6	15	10.5	13	12.5	12.5	11.5	12
	14	22	19	19	17.5	19.5	15	18.5	20	19	19.5	18	12
	15	9	10.5	12	17.5	12.5	15	10.5	7.5	7	12.5	11.5	18
	16	16	10.5	12	10	12.5	6.5	10.5	13	12.5	12.5	11.5	12
Día 17	17	3	3.5	5.5	10	1.5	6.5	4	3	2.5	5.5	5.5	6.5
	18	9	3.5	5.5	3.5	6	1.5	4	3	2.5	1.5	2	2.5
	19	3	10.5	5.5	3.5	12.5	6.5	10.5	3	2.5	5.5	5.5	6.5
	20	3	3.5	1.5	3.5	6	6.5	4	7.5	7	5.5	2	2.5
	21	3	3.5	5.5	3.5	1.5	6.5	4	7.5	7	5.5	5.5	2.5
	22	16	10.5	12	10	12.5	6.5	10.5	13	12.5	12.5	11.5	6.5
	23	3	3.5	5.5	3.5	6	6.5	4	3	2.5	5.5	5.5	2.5
	24	9	3.5	1.5	3.5	6	1.5	1	3	7	1.5	2	6.5

Utilizando el programa Excel, se calculó los valores de rangos en cada columna.

Función: JERARQUIA.MEDIA(numero; referencia; [orden])

Anexo 7

Ficha técnica del polietileno de baja densidad (PEBD)

PROPIEDADES	CARACTERÍSTICAS
Origen	Polimerización del etileno a alta presión
Transparencia	Translucido
Solubilidad	Xileno, dicloroetileno, absorbe hidrocarburos
Resistencia al agua	Excelente
Resistencia a ácidos	Excelente
Resistencia al álcalis	Excelente
Resistencia a grasas y aceites	Pobre
Barrera a gases	Mala
Temperatura de sellado	121 °C a 176°C
Procesos	Extracción, inyección
Aplicaciones	Películas, laminas, envases, tapas
fuerza de tensión máxima (100lb/pulg2)	10 a 35
Elongación (%)	100 a 800
Resistencia al desgarre (g/cm)	50 a 400
Resistencia al estallido (lb/pulg2)	48
Resistencia al doblamiento (Nº de doblecesx10)	Muy alta
Resistencia al impacto kg/cm	7 a 11

Nota: Rodríguez

Anexo 8

Ficha técnica del polietileno de alta densidad (PEAD)

PROPIEDADES	CARACTERÍSTICAS
Origen	Polimerización del etileno a baja presión
Transparencia	Opaco
Solubilidad	Xileno, dicloroetileno, absorbe hidrocarburos
Resistencia al agua	Excelente
Resistencia a ácidos	Excelente
Resistencia al álcalis	Excelente
Resistencia a grasas y aceites	Buena
Barrera a gases	Regular
Temperatura de sellado	135 a 154 °F
Procesos	Extrusión, inyección
Aplicaciones	Películas, laminas, envases, tapas, termoformados
fuerza de tensión máxima (100lb/pulg2)	24 a 75
Elongación (%)	10 a 650
Resistencia al desgarre (g/cm)	15 a 300
Resistencia al estallido (lb/pulg2)	
Resistencia al doblamiento (Nº de doblecesx10)	Bueno
Resistencia al impacto kg/cm	1 a 3

Nota: Rodríguez

Anexo 9

Vistas Fotografías de la parte experimental

Fotografía 1

Panelistas realizando el Análisis organoléptico de los tratamientos en el día cero



Fotografía 2

Panelistas realizando el análisis organoléptico el día 7



Fotografía 3

Panelistas realizando el análisis organoléptico del día 17



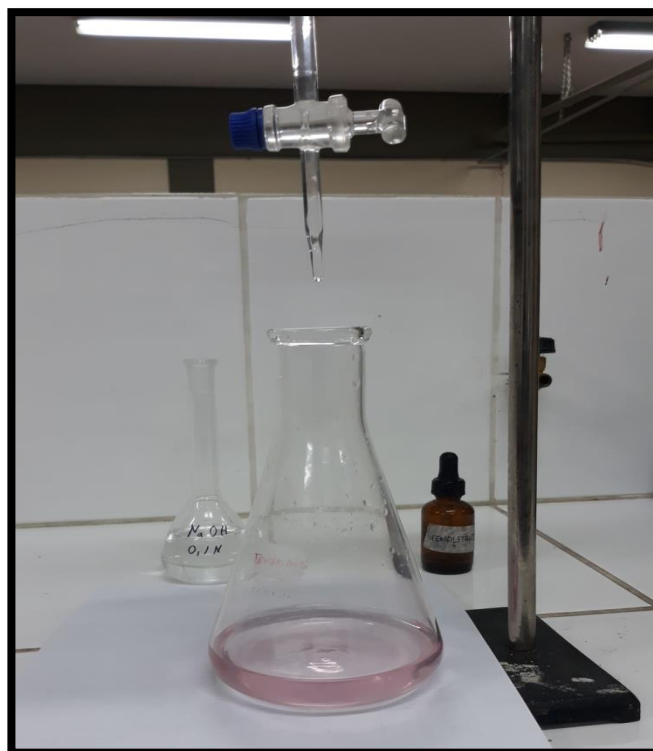
Fotografía 4

Realizando titulación de los tratamientos, para determinar la acidez



Fotografía 5

Término de la titulación



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:**

Influencia del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

Expositor: Max Eulogio PALOMINO QUISPE
Bachiller en Ingeniería Agroindustrial

Expediente N° 0055

Resolución Decanal N° 089-2024-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 21-03-2024

En la Sala de Conferencia "Pedro Villena Hidalgo" de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las ocho de la mañana con cinco minutos del día lunes veinticinco de marzo del año dos mil veinticuatro, se reunieron el Bachiller en Ingeniería Agroindustrial **Max Eulogio PALOMINO QUISPE**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Mg. Eusebio DE LA CRUZ FERNANDEZ, Mg. Jorge Adalberto MALAGA JUAREZ y Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA, bajo la Presidencia del Mg. Eusebio DE LA CRUZ FERNANDEZ (Encargado con Memorando N° 165-2024-UNSCH-FIQM/D), Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente).

Acto seguido, el Presidente (e) del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Influencia del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)**, presentado por el Bachiller **Max Eulogio PALOMINO QUISPE**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 089-2024-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó al Bachiller **Max Eulogio PALOMINO QUISPE**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de treinta y cinco minutos.

Finalizado la exposición del Bachiller, el presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA, Mg. Jorge Adalberto MALAGA JUAREZ y Mg. Eusebio DE LA CRUZ FERNANDEZ. Luego el Presidente(e) invitó al Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

A continuación, el presidente(e) del jurado invitó al sustentante y al público para que se sirva abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADO POR UNANIMIDAD PROMEDIO CATORCE (14).**

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:****Influencia del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)****Expositor: Max Eulogio PALOMINO QUISPE****Bachiller en Ingeniería Agroindustrial**

Expediente N° 0055

Resolución Decanal N° 089-2024-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 21-03-2024

Finalmente, el Presidente(e) del Jurado dispuso que se invite al Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, el Bachiller **Max Eulogio PALOMINO QUISPE**, ha resultado **APROBADO POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con un flamante **INGENIERO AGROINDUSTRIAL** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las nueve de la mañana con cincuenta y cinco minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:

Mg. Eusebio DE LA CRUZ FERNANDEZ
Presidente(e)

Mg. Jorge Adalberto MALAGA JUAREZ
Miembro

Ing. Joaquín Basael HERNANDEZ GARCIA
Miembro

Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
(Secretario Docente)

**UNSCH****FACULTAD DE
INGENIERIA QUÍMICA
Y METALURGIA**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

La Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, emite la siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Que, el egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial ha remitido, con el aval y por intermedio de su asesor el Ing. Agustín Julián Portugués Maurtua se procedió a la evaluación de originalidad del archivo adjunto con el TURNITIN - UNSCH, **de acuerdo a los criterios establecidos en el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**; cuyos resultados son:

Tesis Influencia del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

Nombre y Apellido : Bach. **Max Eulogio Palomino Quispe**
Identificador de entrega : 2404568095
Fecha : 17-jun-2024 10:36p.m. (UTC-0500)
Archivo : Tesis_final_Max.pdf (3.2M)

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del 8% de ÍNDICE DE SIMILITUD realizado con Depósito de trabajos estándar, a fin de proseguir con los trámites pertinentes; cabe señalar que los documentos del procedimiento se archivan en el repositorio documental de la Escuela.

Ayacucho, 24 de junio del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA
F P INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL


Dr. Ing. Saúl R. Chuqui Diestra
DIRECTOR

C.c.
Const. N°10-2024
Archivo

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERA AGROINDUSTRIAL
Av. Independencia S/N - Ayacucho
Telf. 066-303496
Correo: ep.agroindustrial@unsch.edu.pe

Influencia del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

por Max Eulogio Palomino Quispe

Fecha de entrega: 17-jun-2024 10:36p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2404568095

Nombre del archivo: Tesis_final_Max.pdf (3.2M)

Total de palabras: 30860

Total de caracteres: 150966

Influencia del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1 %
3	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1 %
4	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	revistas.untrm.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	issuu.com Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1 %
8	repositorio.uta.edu.ec	

Fuente de Internet

<1 %

9

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

10

documents.mx

Fuente de Internet

<1 %

11

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

12

repositorio.unach.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

13

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo