

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**EVALUACIÓN DEL PERFIL DE COLOR, CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE TRES
ESTADOS DE MADUREZ COMERCIAL DEL AGUAYMANTO**
(Physalis peruviana L.)

TESIS

PRESENTADA POR:

THALIA DANITZA TAPIA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERÚ

2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

EVALUACIÓN DEL PERFIL DE COLOR, CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE TRES ESTADOS DE MADUREZ COMERCIAL DEL AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.)

TESIS PRESENTADA POR:

THALIA DANITZA TAPIA QUISPE

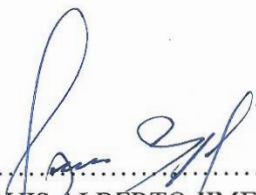
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

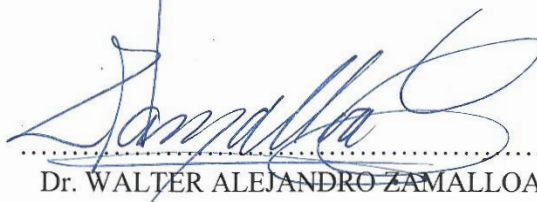
PRESIDENTE

:


.....
Dr. LUIS ALBERTO JIMENEZ MONROY

PRIMER MIEMBRO

:


.....
Dr. WALTER ALEJANDRO ZAMALLOA CUBA


SEGUNDO MIEMBRO

:


.....
Dr. RONALD ASTETES TEBES

DIRECTOR / ASESOR

:


.....
M.Sc. FLORENTINO VICTOR CHOQUEHUANCA CACERES

Área : Ingeniería y Tecnología.

Tema : Desarrollo de Procesos y Productos Agroindustriales Sostenibles y Eficientes.

FECHA DE SUSTENTACIÓN 27 DE DICIEMBRE DEL 2018

DEDICATORIA

A:

*Dios, por guiarme por el buen camino, darme
las fuerzas de seguir adelante, iluminar mi
mente dándome sabiduría para poder culminar
esta etapa tan importante de mi vida y permitir
hacer de este sueño una realidad.*

*Con cariño y eterna gratitud a mis padres
Felipe y Julia por su apoyo incondicional,
consejos, paciencia, amor porque siempre me
apoyaron, motivaron a cumplir mis objetivos
y luchar por mis sueños.*

*Mis hermanos Luz Marina y Willian por
su cariño, por su permanente apoyo e
incentivarme siempre a persistir y a continuar,*

Thalia D. T. Q.

AGRADECIMIENTOS

- En primer lugar quiero agradecer a Dios por haberme guiado a lo largo de este camino, por brindarme una vida llena de aprendizaje, por haberme acompañado y permitido lograr esta meta tan importante en mi vida.
- A nuestra primera casa de estudios la Universidad Nacional del Altiplano, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por haber contribuido y aportado con sus valiosas enseñanzas durante mi formación profesional.
- A mis padres y hermanos, quienes me apoyaron incondicionalmente y me dieron ánimo para seguir en todo momento.
- A mi Director de tesis M. Sc. Florentino Víctor Choquehuanca Cáceres por su apoyo incondicional, su acertada dirección, por su disposición de tiempo y asesoramiento en la ejecución del presente trabajo de investigación y por haber confiado en mi persona.
- A los distinguidos miembros del jurado Dr. Luis Alberto Jimenez Monroy, Dr. Walter Alejandro Zamalloa Cuba, Dr. Ronald Astetes Tebes; por sus valiosos comentarios, su apoyo, acertadas sugerencias y corrección en el presente trabajo de investigación.
- A mis amigos con los cuales compartimos momentos en la universidad y a los que fui conociendo en el camino y demás personas que me motivaron a iniciar, y terminar esta investigación, les agradezco infinitamente, siempre los tendré presente.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Hipótesis de la Investigación	14
1.2. Objetivos de la Investigación	15
II. REVISIÓN DE LITERATURA	16
2.1. AGUAYMANTO (<i>Physalis peruviana</i> L.).....	16
2.1.1. Clasificación Taxonómica	18
2.1.2. Composición Química del Aguaymanto.....	18
2.1.3. Distribución	19
2.2. MADURACIÓN EN LOS FRUTOS	20
2.2.1. Madurez fisiológica	20
2.2.2. Madurez comercial	21
2.2.3. Madurez organoléptica o de consumo	21
2.3. ÍNDICE DE MADUREZ	22
2.3.1. Calidad de la fruta.....	23
2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUAYMANTO.....	23
2.4.1. Color	23

2.4.2.	Firmeza	25
2.4.3.	Peso	26
2.4.4.	Calibre.....	27
2.5.	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUAYMANTO.....	28
2.5.1.	Solidos Solubles (°Brix)	28
2.5.2.	pH (Potencial de Hidrogeno)	29
2.5.3.	Acidez titulable	30
2.6.	ANTIOXIDANTE.....	31
2.6.1.	Capacidad antioxidante.....	31
2.6.2.	Carotenoides	34
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN.....	36
3.2.	MATERIA PRIMA E INSUMOS	36
3.3.	EQUIPOS	36
3.4.	REACTIVOS	36
3.5.	MATERIALES DE LABORATORIO	37
3.6.	METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.6.1.	Metodología experimental	38
3.6.2.	Descripción de operaciones	40
3.6.3.	Factores De Estudio	41
3.7.	MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	42
3.7.1.	Análisis físico	42

3.7.2. Análisis Químico	43
3.7.3. Diseño Experimental.....	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1. EVALUACION DE LA INFLUENCIA DEL INDICE DE MADUREZ SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	47
4.1.1. Evaluación del color	47
4.1.2. Evaluación del Calibre.....	50
4.1.3. Evaluación del Peso	51
4.1.4. Evaluación de la firmeza.....	53
4.2. EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL AGUAYMANTO.....	54
4.2.1. Evaluación del Contenido de Solidos Solubles Totales (°Brix)	54
4.2.2. Evaluación del Potencial de Hidrogeno (pH)	56
4.2.3. Evaluación de la Acidez Titulable (ATT).....	57
4.2.4. Evaluación del Índice de Madurez (IM)	59
4.3. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL AGUAYMANTO.....	60
V. CONCLUSIONES.....	63
VI. RECOMENDACIONES	64
VII. REFERENCIAS.....	65
ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1. Planta de aguaymanto	Pag. 16
Figura N°2. Radical estable DPPH	Pag. 33
Figura N°3. Diagrama de flujo para la evaluación de los tres estados de madurez comercial.....	Pag. 39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Composición Química del fruto de Aguaymanto (<i>Physalis peruviana</i> L.) contenido en 100 g de peso fresco.....	Pag. 19
Tabla N°2. ANVA para Diseño Completamente al Azar (DCA).....	Pag. 46
Tabla N°3. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para croma (C^*).....	Pag. 47
Tabla N°4. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para la variación del ángulo de tono (Hue*).....	Pag. 49
Tabla N°5. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el calibre	Pag. 50
Tabla N°6. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el peso.....	Pag. 52
Tabla N°7. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para la firmeza.....	Pag. 53
Tabla N°8. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para los sólidos solubles totales (°Brix).	Pag. 55
Tabla N°9. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el pH	Pag. 57
Tabla N°10. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para la acidez titulable.....	Pag. 58
Tabla N°11. Prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para el índice de madurez.....	Pag. 59
Tabla N°12. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para Capacidad Antioxidante.	Pag. 61

INDICE DE ACRÓNIMOS

EM1: Estado de madurez comercial 1

EM2: Estado de madurez comercial 2

EM3: Estado de madurez comercial 3

ABS: Absorbancia

DPPH: 1,1 difenil-2-picrilhidrazilo

N: Normalidad

NTC: Normas Técnica Colombiana

ml: Mililitros

TEAC: Capacidad Antioxidante expresado en equivalente Trólox

μl: Microlitros

μmol: Micromol

CIE L*a*b*: Commission Internationale d'Eclairage/Luminosidad (L*) y color
(a*:rojo/verde, b*: azul/amarillo).

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tubo el objetivo de “Evaluar el perfil del color, las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), de tres estados de madurez comercial”. Los frutos procedentes del distrito de Mollepata Departamento Cusco cosechados a los 2 años y medio de plantación, se recepcionaron en la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial (laboratorio post cosecha), fueron lavados y desinfectados, seguidamente seleccionados y clasificados por colores de acuerdo a la NTC 4580 en tres estados de madurez comercial, EM1: anaranjado claro con visos verdes, EM2: color anaranjado claro y EM3: color anaranjado. Los resultados obtenidos fueron evaluados mediante un DCA y para la prueba de Tukey se procesó los datos usando el software estadístico S.A.S. Los análisis físicos (color, peso, calibre y firmeza) dieron como resultados diferencias estadísticas para los tres estados de madurez comercial: respecto al color, el croma (C*) y Angulo de tono (HUE*) del estado EM1 al EM3 presento una orientación de amarillo claro a un anaranjado; en cuanto al peso y calibre fue el EM3 quien presento mayores valores 5.96 g y 22.00 mm y a la vez una menor firmeza. En cuanto a las características fisicoquímicas (solidos solubles totales, pH, acidez titulable e índice de madurez), el EM3 presento mejores valores (12.96°Brix, índice de madurez 10.64, pH 4.75 y contenido de acidez titulable 1.23%). Respecto al contenido de capacidad antioxidante se realizó por el método DPPH en el laboratorio multiusos de cromatografía de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, resultando al EM2 con mayor contenido de capacidad antioxidante 377.171 μmol de trolox equivalente/g de aguaymanto. Se concluyó que el mejor estado de madurez comercial para consumo seria el EM3, por presentar mejores características físico-químicas a excepción de la firmeza y capacidad antioxidante.

Palabras claves: *Aguaymanto, estado, color, capacidad antioxidante.*

ABSTRACT

The present research work has the objective of "To evaluate the color profile, physicochemical characteristics and antioxidant capacity of aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), of three stages of commercial maturity". The fruits from the district of Mollepata, Department of Cusco, harvested after 2 and a half years of planting, were received at the Agroindustrial Engineering Professional School (post-harvest laboratory), washed and disinfected, then selected and classified by color according to the NTC 4580 in three stages of commercial maturity, EM1: light orange with green highlights, EM2: light orange and EM3: orange. The obtained results were evaluated by means of a DCA and for the Tukey test the data was processed using the statistical software S.A.S. Physical analysis (color, weight, caliber and firmness) resulted in statistical differences for the three stages of commercial maturity: with respect to color, chroma (C *) and pitch angle (HUE *) from state EM1 to EM3 presented a orientation from light yellow to orange; in terms of weight and caliber, it was the EM3 that presented higher values 5.96 g and 22.00 mm and at the same time a lower firmness. Regarding the physico-chemical characteristics (total soluble solids, pH, titratable acidity and maturity index), EM3 showed better values (12.96 ° Brix, maturity index 10.64, pH 4.75 and titratable acid content 1.23%). Regarding the content of antioxidant capacity was performed by the DPPH method in the multipurpose chromatography laboratory of the National University of San Antonio Abad of Cusco, resulting to EM2 with higher content of antioxidant capacity 377,171 μmol equivalent trolox / g of aguaymanto. It was concluded that the best state of commercial maturity for consumption would be the EM3, for presenting better physical-chemical characteristics with the exception of firmness and antioxidant capacity.

Key Words: *Aguaymanto, state, color, antioxidant capacity.*

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los últimos años, se ha observado una mayor tendencia sobre la necesidad de que el consumidor tenga a su disposición frutos frescos comestibles, que hayan alcanzado un nivel de madurez satisfactorio y presenten mejores características organolépticas. Sin embargo al momento de la recolección existe mucha variación entre niveles de maduración que afecta las características físicas, fisicoquímicas y organolépticas del fruto. La recolección demasiado temprana (frutos inmaduros), al igual que la recolección tardía (frutos sobremaduros), puede producir deshidratación, daños físicos, presentar una pérdida rápida de calidad del producto obtenido, que consecuentemente disminuye el periodo de comercialización ya que depende bastante el estado de madurez en el cual se realiza la cosecha. Al no definir bien el índice de madurez para los frutos a comercializar ocasiona que el consumidor final no está satisfecho, por ello es necesario identificar el índice de madurez el cual proporcione las mejores condiciones organolépticas para el consumidor final.

La madurez comercial hace referencia al momento adecuado de proceder a la recolección de un producto destinado a un fin concreto, con el objetivo de que cumpla con las exigencias del mercado. Un campo importante en la industria alimentaria es en el área del manejo de post cosecha de los alimentos con fines de mantener su calidad, aumentar la producción y por ende su comercialización. (Herrera, 2000) manifiesta que es importante tener en cuenta el momento de cosecha, que se realiza de acuerdo con los índices de madurez. Por lo tanto, la importancia de la cosecha de frutos en estado de madurez adecuado (siendo el color el principal indicador de madurez del fruto) y su relación con sus propiedades físico-químicas para obtener frutos con características de madurez óptimas para el consumo como para su conservación, de forma que lleguen con las

mejores condiciones organolépticas posibles al consumidor.

El consumo de productos naturales con propiedades antioxidantes se viene promoviendo especialmente por sus bondades curativas y nutricionales, los antioxidantes que provienen de frutas y verduras es de gran interés debido a que son compuestos de origen natural. Medir la capacidad antioxidante de un fruto permite determinar qué tan útil puede ser para la salud humana y los efectos positivos puede aportar en la prevención de enfermedades causadas por el estrés oxidativo.

El aguaymanto se consume principalmente en forma natural sin mayor grado de procesamiento siendo fuente importante de vitaminas, provitaminas, minerales y antioxidantes lo que hace que sea reconocido como un alimento nutritivo y nutracéutico, A pesar de estas cualidades el cultivo de Aguaymanto no se ha desarrollado considerablemente en el Perú, restringiéndose a cantidades mínimas que en su mayoría sólo se expenden en las ferias locales, presentando bajos indicios de exportación y muy pocas investigaciones propias sobre esta fruta nativa. Al realizar la recolección de este fruto no se presenta homogeneidad en forma, tamaño, color, peso y composición, que genera altas pérdidas durante las etapas de cosecha, poscosecha y comercialización Por lo expuesto es de urgencia contribuir de manera significativa con conocimientos en manejo de post cosecha del aguaymanto, beneficiando a productores y consumidores. Por tanto la hipótesis y objetivos del presente trabajo de investigación fueron:

1.1. Hipótesis de la Investigación

Hipótesis General: Los estados de maduración del aguaymanto influyen en el color, características fisicoquímicas y capacidad antioxidante.

Hipótesis Específicas:

1. Los estados de maduración influyen sobre el color, peso, calibre y firmeza del aguaymanto
2. Los estados de maduración influyen en el contenido de sólidos solubles totales, pH, acidez, índice de madurez del aguaymanto.
3. Los estados de maduración influyen sobre la capacidad antioxidante del aguaymanto.

1.2. Objetivos de la Investigación

Objetivo General: Evaluar el perfil del color, las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), de tres estados de madurez comercial.

Objetivos Específicos:

1. Evaluar el color, peso, calibre y firmeza de tres estados de madurez comercial del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).
2. Evaluar los sólidos solubles totales, pH, acidez titulable e índice de madurez del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) de tres estados de madurez comercial.
3. Evaluar la capacidad antioxidante del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) de tres estados de madurez comercial.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. AGUAYMANTO (*Physalis peruviana* L.)

Es una planta herbácea silvestre o cultivada que crece entre los 1800 y 2800 m.s.n.m. a temperatura promedio 13-18°C de ciclo productivo anual, de porte bajo hasta una altura de 1,2 – 1,8 m. los tallos y hojas están cubiertos por una pubescencia fina de consistencia succulenta y semi-leñosa (García, 2008).

El aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), es una solanácea pariente de la papa, tomate, ají y rocoto (Rojas, 2013). Es un fruto redondo - ovoide del tamaño de una uva grande de 1,25 a 2,50 cm de diámetro y de 4 a 10 g de peso, su carne es jugosa con semillas amarillas pequeñas y suaves que pueden comerse, se encuentran entre 150 y 300 semillas. Se forma y permanece dentro de un cáliz durante todo su desarrollo, cuando los frutos tienen un diámetro de 10 a 11 mm, el tejido glandular, ubicado en la base interior del cáliz, produce una resina terpenica que cubre el fruto hasta su madurez, este lo protege contra insectos, pájaros, patógenos y condiciones climáticas extremas. Este fruto se destaca por su alto contenido en antioxidantes (ácido ascórbico y provitamina A), fósforo, hierro, proteína y fibra (Fischer *et al.*, 2011).



Figura N°1. Planta de aguaymanto

FUENTE: Castañeda y Paredes (2003).

Bajo condiciones favorables de crecimiento, la producción de frutos más grandes ocurre durante el primer pico de la cosecha, y el mayor número de ellos durante el primer año de cultivo. Esto parece indicar que el cuajamiento de frutos nuevos siempre tiene lugar cuando los frutos para recolectar están totalmente desarrollados o acaban de ser cosechados. Es posible que se den producciones de hasta 2 a 3 años, pero los frutos desarrollados son de menor tamaño (Morales, 2008).

Aunque no se conocen variedades definidas de la especie *Physalis peruviana* L., se conocen tres ecotipos que se cultivan básicamente y 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 gramos, mientras que los de origen Colombiano son más pequeños y pueden pesar entre 4 y 5 gramos. 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). La producción de aguaymanto está condicionada por los factores ambientales de la zona de cultivo. El óptimo de estos factores puede presentarse en un rango amplio, estando las condiciones físicas, la estructura celular y los diferentes procesos bioquímicos interrelacionados entre sí; aunque en detalle cada uno de ellos puede tener un valor óptimo. (Fischer y Orduz, 2012).

2.1.1. Clasificación Taxonómica

El aguaymanto (*Physalis Peruviana L.*), uchuva o también conocida como uvilla, pertenece a la familia de las Solanáceas; es decir, posee características similares a la familia de la papa, el tomate y el tabaco, aun cuando su crecimiento es arbustivo.

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solanoideae

Tribu: Solanae

Género: *Physalis*

Especie: *Physalis peruviana L.*

La clasificación taxonómica según Cronquist (1981), citado por Alarcón (2002).

2.1.2. Composición Química del Aguaymanto

El fruto de aguaymanto es importante por su contenido de azúcares y vitaminas A, B y C, como se observa en la Tabla N°1. En virtud de su contenido de vitamina A se le conoce como un fruto carotenógeno.

Tabla N°1. Composición Química del fruto de Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)
contenido en 100 g de peso fresco.

CONTENIDO NUTRICIONAL	(1)	(2)
Agua (%)	78.9	79.6
Proteína (g)	0.3	1.1
Grasa (g)	0.5	0.4
Carbohidratos (g)	19.3	13.1
Fibra (g)	4.9	4.8
Ceniza (g)	1.0	1.0
Calcio	8.0	7.0
Fosforo	55	33
Hierro	1.2	1.2
Betacaroteno (Vit. A)	243 U.I.	648 U.I.
Tiamina (Vit. B1) en mg	0.1	0.18
Riboflavina (Vit. B2) en mg	0.03	0.03
Niacina (Vit. B3) en mg	1.7	1.3
Ácido Ascórbico (Vit. C) en mg	43	26

FUENTE: (1) Tapia, 2000.

(2) Comunidad Andina, 2004.

2.1.3. Distribución

Se extiende por Bolivia, Chile, Argentina, Brasil, Colombia, Perú y Venezuela. Al habitar en climas cálidos y templados, esta bastante difundida en niveles andinos medios y bajos y en la costa en Perú se puede encontrar en departamentos como: Cajamarca (San Miguel). La libertad (Chicama), Huánuco, Apurímac, Cusco (Valle del Urubamba), Lima (Cañete) y otros. (SUNAT, 2006).

2.2. MADURACIÓN EN LOS FRUTOS

La maduración corresponde a la fase final del crecimiento y desarrollo del fruto, en la cual se presenta una serie de cambios, generalmente coordinados, que llevan a la senescencia. En este proceso se producen cambios tanto de síntesis como de degradación (Kays, 2004).

El estado de madurez de las frutas y hortalizas es importante en relación a la determinación del momento de cosecha de estos productos y utilización de las técnicas adecuadas de manejo, transporte y comercialización; constituyendo además, un indicador de su potencial de vida y calidad post-cosecha. Así mismo, la madurez está vinculada a aspectos tales como la forma de consumo del producto (natural o procesado), su composición interna (sabor, olor, valor nutritivo) y, frecuencias de cosecha (Lanchero *et al.*, 2007).

2.2.1. Madurez fisiológica

De acuerdo a (Dos Santos *et al.*, 2015). Menciona que la madurez fisiológica ocurre antes del desarrollo completo del fruto que después cosechado debe sobrevivir con sus propios substratos acumulados. Este es un paso intermedio entre el fin del crecimiento y el inicio de la senescencia.

Según (Herrera, 2000) define el término maduración fisiológica (*maturación*) como el “proceso en el cual se alcanza y finaliza el máximo estado de desarrollo del fruto”. Siguiendo esta afirmación, es importante tener en cuenta que el aguaymanto exhibe un comportamiento atípico, debido a que, permaneciendo el fruto en la planta aun después de haber alcanzado su madurez fisiológica, continua aumentando su peso fresco y tamaño.

No siempre es fácil una distinción entre los tres estadios de desarrollo de una planta o un órgano vegetal, como el crecimiento, la maduración y el envejecimiento, ya que la transición entre ellos suele ser lenta y no muy marcada.

2.2.2. Madurez comercial

Es aquel estado de un órgano vegetal en que el mercado exige que se encuentre. Generalmente guarda escasa relación con la madurez fisiológica y puede coincidir con cualquiera estadio del proceso de desarrollo o envejecimiento (maduración fisiológica, maduración organoléptica o senescencia); los términos inmaduro, maduro, sobremaduro se refieren también a estas exigencias. (Galvis *et al.*, 2005).

La madurez comercial hace referencia al momento adecuado de proceder a la recolección de un producto destinado a un fin concreto, al objeto de que cumpla las exigencias del mercado. En el grado de madurez comercial óptima, el producto debe tener los índices de madurez adecuada para el consumidor o ser capaz de alcanzarla. Por lo que no suele ser fácil de distinguir claramente las distintas etapas del desarrollo (crecimiento, madurez fisiológica, madurez organoléptica y senescencia).

2.2.3. Madurez organoléptica o de consumo

Castañeda y Paredes, (2003). El conjunto de procesos que ocurren en etapa final del crecimiento y desarrollo e inicio de la senescencia, que resultan en características estéticas y/o nutritivas relacionadas con la capacidad de consumo del producto, y en donde la fruta alcanza su calidad comestible óptima. Estas características se evidencian por cambios típicos de composición, color, sabor, aroma, textura y otros atributos sensoriales del producto. Este término solo es aplicable a los frutos. La calidad potencial viene determinada por numerosos factores, entre los que alcanzan máxima relevancia al estadio del desarrollo en el que se procedió a su recolección. Antes de que la fruta haya

alcanzado su comestibilidad optima se encuentra inmadura (o verde) y después sobremadura (pasada). Estas etapas no pueden definirse claramente en términos fisiológicos, sino que son resultados de juicios subjetivos que difieren con el consumidor que los emite.

Hasta su estadio de madurez para consumo (color naranja), el fruto es capaz de acumular grandes cantidades de agua y sacarosa (Fischer y Martínez, 1999), lo que implicaría un suministro hídrico hasta el último momento antes de la cosecha, en detrimento de la calidad y longevidad del fruto en poscosecha.

2.3. ÍNDICE DE MADUREZ

Determina el grado de maduración de lo fruto como resultante de la relación entre los sólidos solubles totales y el porcentaje de acidez de los frutos (Lanchero *et al.*, 2007). Los cambios más palpables durante el proceso de maduración son el color, sabor, textura, etc. Estos cambios son el resultado de la profunda reestructuración metabólica y química que de desencadena dentro del fruto. En los frutos climatéricos, este proceso es controlado, fundamentalmente por el etileno y su actividad respiratoria. Los índices más utilizados para medir la de la madurez de un fruto son el color de fondo, la firmeza, el contenido de solidos solubles, la prueba del almidón y la acidez siendo todos ellos de empleo practico.

Según (Galvis *et al.*, 2005), se conoce como índice de madurez al conjunto de parámetros utilizados en un producto, siendo estos importantes en relación del cumplimientos de los estándares de calidad de los mercados de exportación; la aplicación de estos índices está regulada en algunos casos.

Un fruto tropical como el aguaymanto, en su optima 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).

El índice de madurez comercial es determinado según el cambio de color del cáliz que corresponde al cambio de color del fruto de verde a amarillo, con alrededor de 13°Brix (Galvis *et al*, 2005).

Arteaga, (2015), reporta la evaluación de 4 estados de madurez del aguaymanto (verde con un IM 3.008 ± 0.183 , pintón con IM de 4.318 ± 0.358 , maduro con IM 7.945 ± 0.765 y sobre maduro con IM 10.626 ± 0.828), estos cambios son el resultado de la profunda reestructuración metabólica y química que se desencadena dentro del fruto.

2.3.1. Calidad de la fruta

La madurez de cosecha es un factor preponderante en la calidad de la fruta. Calidad en un concepto relativo para algún propósito, lo que origina varias definiciones. Calidad de consumo es aquella con atributos de atracción (tamaño, color, frescura y aroma) y de degustación (aroma, gusto, jugosidad, textura o dureza, ausencia de alteraciones); es la calidad en su más puro sentido. Calidad de almacenaje y comercialización es la condición que permite un almacenaje prolongado, sin alteraciones, garantizando una calidad de consumo aceptable. Calidad industrial es la que asegura un buen producto terminado según normas de mercado. En la práctica, calidad de la fruta fresca y seca es, en general, la de comercialización, con un alto grado de aceptación de consumo. (Gil, 2004)

2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUAYMANTO

2.4.1. Color

En la poscosecha de los frutos existe una gran gama para definir el índice de madurez apropiado para la cosecha; sin embargo, para el caso del aguaymanto el índice de madurez más utilizado por los productores y comercializadores es la determinación

visual a través del color del cáliz, que coinciden totalmente con la coloración del fruto. Normalmente cuando los frutos presentan color amarillo, simultáneamente con el cambio de color del cáliz de verde amarillo, es el momento óptimo de la cosecha en aquellos frutos destinados a la exportación. (Galvis *et al.*, 2005).

Un indicativo para determinar el punto de cosecha en estos frutos con cálices todavía verdes es cuando se observan coloraciones amarillas del fruto a través del capacho, en estudios de conservación durante 15 días a temperatura ambiente (18°C), encontraron que el punto óptimo de cosecha se presenta cuando el capacho muestra color verde con visos amarillo. (Angulo *et al.*, 2005).

Es usual que se presenten cálices verdes en frutos completamente maduros, lo cual es consecuencia de las condiciones climáticas (temperatura, radiación, nubosidad). Existe también el caso contrario, es decir, cálices amarillos y frutos totalmente verdes; se ha supuesto que los ácaros pueden jugar un papel importante en este síntoma. (Galvis *et al.*, 2005).

La cascara y la pulpa del aguaymanto se colorean simultáneamente, (Castañeda y Paredes, 2003), observaron en Granda (Cundimarca) que el fruto presenta coloración verde-intensa durante los primeros 35 días después de la antesis; a partir de este día comienza a cambiar hacia el color amarillo; alrededor del día 63 la corteza y la pulpa presentan coloración amarilla característica de la madurez de consumo, como consecuencia de la degradación de la clorofila por acción de las enzimas clorofilazas, que en medio ácido aumentan su actividad. A su vez, esto hace que sean más visibles los carotenos (en su mayoría B-carotenos), los cuales estaban enmascarados, ya que son sintetizados durante el desarrollo del fruto (Agusti, 2000). En el día 84 la coloración se torna naranja, lo cual indica que el fruto está sobremaduro.

2.4.2. Firmeza

La firmeza es la resistencia de un material a la deformación o penetración, donde cada material se caracteriza por una curva de deformación en respuesta a niveles variables de fuerza o presión. Autores como (Ciro, Buitrago y Pérez, 2007).

De acuerdo a (Barbosa *et al.*, 2003), además de que la fuerza de firmeza es el mejor indicador a nivel práctico para determinar la maduración de una fruta en sus diferentes etapas, esta determina los niveles óptimos de consumo, transporte y manejo del producto. Situación similar expresan (Botero, 2008), quienes afirman que la fuerza de firmeza además de determinar el estado de maduración de una fruta y adicionalmente es un buen predictor de su vida útil potencial y grado de ablandamiento

Según (Ciro *et al.*, 2007), la firmeza, es fundamental para la aceptabilidad de los frutos y para su posible almacenamiento, depende del momento de recolección y de la temperatura de almacenamiento y puede relacionarse con el color externo. Además es un importante atributo físico usado por inspectores de campo, cultivadores, investigadores y consumidores para definir la calidad de una fruta.

Rodríguez, (2003), define la firmeza como un proceso no destructivo el cual es utilizado para determinar la calidad de poscosecha de una fruta y que su técnica de determinación puede ser basada en deformación forzada, fuerza-impacto, vibración de baja frecuencia, vibración sónica y respuesta acústica, y considera que una fruta puede cambiar su firmeza durante el proceso de poscosecha especialmente durante la madurez fisiológica cuando el producto se ablanda rápidamente.

En el aguaymanto y en otras frutas de baya el aumento del aporte de agua por la lluvia o el riego (sobre irrigación) durante la maduración del fruto disminuye su firmeza

y el contenido de azúcares y provee condiciones más favorables para las lesiones mecánicas del fruto y pudrición. (Fischer, 2005).

Ciro *et al.*, (2007). hizo la caracterización reológica del aguaymanto (*Physalis Peruviana* L.) a través de la respuesta mecánica bajo ensayos de compresión unidireccional a pruebas de firmeza y fractura, para 3 grados de madurez (verde, pintón y maduro) y los días transcurridos después de la cosecha (1, 3, 5, 7, 9 días). Los resultados indicaron que la fuerza de firmeza y la resistencia mecánica a la fractura en dos sentidos de carga longitudinal y transversal disminuyen con el tiempo de pos cosecha de la fruta, indicando que el fruto maduro es más susceptible al daño mecánico con respecto al verde pintón.

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, 2000).

Herrera, (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.

El peso del fruto oscila según su tamaño, el cual aumenta hasta alcanzar la madurez. (Nieto, 2010) en producción experimental, registraron para el ecotipo Colombia

pesos promedio de 6.2 g. Para el ecotipo Kenia de 7.3 g. Y para el Sudáfrica de 8.3 g, medidos en todos los casos sin cáliz.

Según (Almanza y Fischer, 1993), pudieron diferenciar cada fruto de aguaymanto por el tamaño, color y forma del cáliz. Los frutos maduros de Kenia y Sudáfrica tienen un peso promedio 6 a 10 g, mientras los de origen colombiano pesan en promedio de 4 a 5 g. el fruto

2.4.4. 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, (Fischer, 2005). 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, 2000).

Según FAO, (1982), el aguaymanto crece en altitudes de 1500 a 3000 msnm, (MINCETUR, 2009), indica de 0 a 3300 msnm, pero con un buen comportamiento de 2400 a 2800 msnm por la poca incidencia de plagas, enfermedades y tamaño del fruto.

Las investigaciones de Cenicafé reportan que al medir el diámetro ecuatorial en la etapa de madurez, el 90% de los aguaymantos están entre 15 y 22 mm y entre estos rangos propone cinco (5) calibres para efectos de clasificación.

El fruto fresco de aguaymanto contiene un 80% de agua y se encoge y dilata durante el día al cambiar las relaciones hídricas de la planta. Además, su tamaño final depende en alto grado de la humedad que proporciona el riego y las lluvias (Fischer, 2005).

2.5. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUAYMANTO

2.5.1. Sólidos Solubles (°Brix)

El comportamiento de los Sólidos Solubles Totales es uno de los indicadores de que los frutos han alcanzado su óptima calidad comestible, ya que conforme estos ascienden se incrementa también el contenido de azúcares de los frutos.

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. (Fischer y Martínez, 1999), corroboraron que el fruto del aguaymanto que presenta su contenido de azúcares más alto ha alcanzado su madurez fisiológica.

Los frutos de aguaymanto son ricos en azúcares (11 a 20 g de carbohidratos digeribles en 100g de peso fresco); los frutos maduros contienen entre 13 y 15 °Brix y los frutos pintones entre 9 y 13 °Brix. Igualmente almacenan un buen contenido de ácidos (1,6 a 2,0% acidez en frutos maduros). El mayor porcentaje de azúcares lo constituye la sacarosa, con un contenido de unas 2,5 veces mayor que el de glucosa y fructosa. (Herrera, 2000).

Un estudio realizado por (Duque *et al.*, 2011). Indica que las frutas de aguaymanto (ecotipo Colombia), con grado de madurez similar (color amarillo) en la escala 3-5 según la NTC 4580 (NTC 4580, 1999) presentaron niveles de humedad altos propios de los vegetales frescos, una alta actividad de agua y bajo contenido en sólidos solubles, $13,8 \pm 0,8$ de °Brix.

La presentación de tonalidades amarillas del cáliz en frutos provenientes de la región de Granada (Cundinamarca), a los 56 días después de plena floración el fruto está

en el momento de la madurez fisiológica, en este estado los frutos presentaron 12,7°Brix, 3.52 de pH y 1,215 g de ácido cítrico por 100 gr de fruta fresca (Castañeda y Paredes, 2003).

Se recolectaron frutos propios de la zona de silva Cauca con estados de maduración 4,5 y 6, aptos para el procesamiento o consumo en fresco, se extrajo el jugo de la pulpa evitando la presencia de partículas sólidas o fibra, y una vez obtenida la muestra, realizo los análisis fisicoquímicos dando como Solidos solubles totales 13.0 °Brix. (Mendoza *et al.*, 2012).

2.5.2. pH (Potencial de Hidrogeno)

El pH de un alimento es la medida de su acidez o alcalinidad, la mayoría de las bacterias patógenas crecen en alimentos de pH neutro a alcalino. Generalmente, en los alimentos que poseen un pH menor de 4.5 no se desarrollarán bacterias patógenas. El alimento se conserva mejor pero debe tenerse en cuenta que es más susceptible a daños por hongos y/o levaduras. Los rangos de pH de crecimiento de las bacterias oscilan entre 5-8 (4-9), las levaduras: 1,5-8 y los mohos: 1,5-11 (Luna y Aguilar, 2011).

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).

Las frutas de aguaymanto (ecotipo Colombia), con grado de madurez similar (color amarillo) en la escala 3-5 según la NTC 4580 (NTC 4580, 1999) en estado fresco se evaluaron fisicoquímicamente por triplicado en donde se obtuvo $3,78 \pm 0,1$ de pH (Duque *et al.*, 2011).

2.5.3. Acidez titulable

En el caso de acidez, los ácidos orgánicos son los sólidos solubles contenidos en mayor cantidad, después de los azúcares y tienen un importante papel en el sabor del fruto (Materano *et al.*, 2004).

La titulación es un proceso químico utilizado en la evaluación de la cantidad de ácidos y consiste en la utilización de un reactivo de compensación estandarizado, por ejemplo, el hidróxido de sodio (NaOH).

Generalmente se considera que la acidez titulable 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 citado por Lancho *et al.*, 2007).

En el aguaymanto el principal ácido orgánico es el cítrico, seguido por el málico, el ascórbico y el oxálico, respectivamente, que disminuyen durante la maduración, En frutos maduros posee una acidez titulable entre 1,6 a 2,0 % (Galvis *et al.*, 2005).

Para el aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) ecotipo Colombia en estado de maduración 4 de acuerdo a la norma (ICONTEC, 1999) almacenada a 7°C por cuatro semanas, conserva hasta la segunda semana una acidez entre 1.6% (Lancho *et al.*, 2007). En la investigación realizada por (Benavides y Cuasqui, 2008) las temperaturas de almacenamiento de 18°C – 21°C y 6°C \pm 2 es no significativa hasta el día 14 ya que en ambas temperaturas empiezan con un valor de 1.93% en porcentaje de acidez titulable y en temperatura alta termina con 1.76% y en temperatura baja con 1.68% en estado de madurez tres.

Duque *et al.*, (2011). Los frutos de aguaymanto presentaron la acidez de $1,58 \pm 0,1$ reportada como ácido cítrico muy similar a $1,9 \pm 0,3$ El ácido cítrico es el más

representativo en la fruta de aguaymanto reportando el 3 % del tejido sobre el peso fresco, (Restrepo, 2008).

2.6. ANTIOXIDANTE

En los últimos años, los compuestos bioactivos presentes en las frutas y vegetales han adquirido importancia debido a su efecto protector contra enfermedades cardiovasculares y cáncer. Su efecto beneficioso se ha atribuido a su actividad antioxidante, cuyo mecanismo de acción es inhibir la iniciación o impedir la propagación de las reacciones de oxidación, evitándose así el daño de oxidación (Shi *et al.*, 2001).

La oxidación conduce a una pérdida significativa de valor nutritivo de un alimento, ya que implica una pérdida de vitaminas y ácidos grasos esenciales. También afecta calidad sensorial de los alimentos, cambios en el color, textura y sabor, que acorta su vida útil y puede resultar en el rechazo por parte de los consumidores (Viuda-Martos *et al.*, 2006). Los antioxidantes son sustancias que pueden proteger a las células y otras moléculas de daños causados por radicales libres. La oxidación es una reacción química que trasfiere electrones desde una molécula a un agente oxidante produciendo radicales libre, los cuales inician la reacción en cadena. Los antioxidantes terminan esta reacción en cadena inactivando a los radicales libres (Hamid *et al.*, 2010).

2.6.1. Capacidad antioxidante

La actividad antioxidante corresponde a la razón constante de un solo antioxidante en contra de un radical libre dado. La capacidad antioxidante es la medida de las moles, de un radical libre dado reducido por una solución prueba, independientemente de la actividad antioxidante de cualquier antioxidante presente en la mezcla (Ghiselli *et al.*, 2000 citado por Tememoche, 2003).

La actividad antioxidante corresponde a la razón constante de un solo antioxidante en contra de un radical libre dado. La capacidad antioxidante es la medida de las moles, de un radical libre dado reducido por una solución prueba, independientemente de la actividad antioxidante de cualquier antioxidante presente en la mezcla (Ghiselli *et al.*, 2000 citado por Tememoche, 2003).

La capacidad antioxidante de un alimento depende de la naturaleza y concentración de los antioxidantes naturales presentes en él. La mayoría de los compuestos antioxidantes de las frutas y verduras se deben a ciertos compuestos como la vitamina C, vitamina E. o B-caroteno, además de los recientes estudios y caracterización de compuestos fenólicos (Flavones, isoflavonas, flavonones, antocianinas, catequinas e isocatequinas), estos últimos son frecuentes de la dieta humana y han demostrado tener una alta capacidad antioxidante (Wang *et al.*, citado por Tememoche, 2003).

La capacidad antioxidante varía en función del grupo de compuesto estudiado y de su solubilidad en la fase acuosa o lipídica. Además, la gran diversidad de métodos empleados proporcionan resultados numéricos distintos difíciles de comparar. Para solventar este problema en la mayoría de estudios científicos se utiliza el Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico) como patrón, sustancia que se caracteriza por ser un análogo hidrosoluble de la vitamina E (Martínez- Valverde. y col 2000 citado por Gamarra, 2003).

Para evaluar la actividad antioxidante de los radicales de los compuestos o extractos, estos se hacen reaccionar con el radical estable DPPH (Figura N° 2). La reducción del DPPH es entendida por el monitoreo del decrecimiento en sus características de longitud de onda durante la acción. En su forma radical, el DPPH

absorbe a 517 nm. Pero luego de la reducción por efecto de un antioxidante la absorción desaparece.

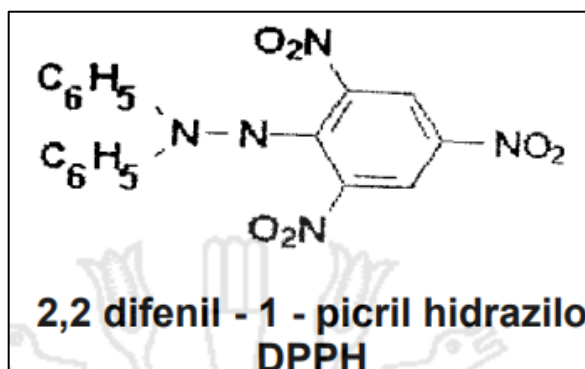


Figura N°2. Radical estable DPPH

FUENTE: (Gil *et al.*, 2000 citado por Sánchez-Moreno, 2002).

Desde el punto de vista de la metodología del DPPH, este método es recomendado como fácil y exacto con consideración de medir la actividad antioxidante de jugos o extractos de vegetales y frutas. Los resultados son altamente reproducibles y comparables a otros métodos de secuestro de radicales libres tales como ABTS (Gil *et al.*, 2000 citado por Sánchez-Moreno, 2002).

La reducción del DPPH, es seguida por monitoreo de la disminución de la absorbancia en la longitud de onda característica durante la reacción. El radical en forma de DPPH absorbe a 515 nm y por reducción con un antioxidante (AH) o una especie radical (R*) disminuye la absorbancia. La reacción es la siguiente:



Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{TroloxEq} = (1008.34 * \Delta\text{DPPH})(0.25) \left(\frac{\text{ml de extracto total}}{\text{g de muestra}} \right) \left(\frac{\mu\text{L de muestra reactante}}{150 \mu \text{ extracto de muestra}} \right) * 100$$

$$\text{Trolox Eq.} = \mu\text{g Equivalente Trolox/g de tejido del fruto} \quad [1]$$

El aguaymanto (*Physalis Peruviana* L.) como fruta fresca en tres cultivares: Giant, Golden Berry e Inka; fue evaluada durante tres años consecutivo. La capacidad antioxidante se midió como la captación de especies reactivas de oxígeno y la peroxidación de lípidos de los extractos metanólicos. Así mismo, se determinaron los contenidos de vitamina C y el contenido total de fenoles. Presento valores más altos de la capacidad antioxidante (9,31 g de equivalentes de ácido ascórbico/kg de peso fresco), resultados que fueron corroborados con los resultados, el contenido de vitamina C y fenoles totales. Estos resultados sugieren que es una fruta con una alta capacidad antioxidante. (Repo de Carrasco R. & Encina Zelada, 2008).

Se evaluó la capacidad antioxidante por el método de DPPH a los frutos de aguaymanto provenientes de distintos lugares del Perú (Huánuco, Cajamarca, Junín y Ancash), donde el fruto proveniente de Huánuco presentó el más alto valor con 100 ± 1.72 , seguido por el de Junín con 93.26 ± 0.61 , Ancash con 86.86 ± 0.28 y por último Cajamarca con 25.55 ± 1.92 . (Jurado *et al.*, 2016)

2.6.2. Carotenoides

Los carotenoides son pigmentos ampliamente distribuidos en la naturaleza, que se encuentran en tejidos fotosintéticos y no fotosintéticos como raíces, flores y frutos. Los humanos y animales no pueden sintetizarlos; sin embargo, son capaces de absorberlos con modificaciones en su estructura básica. Los carotenoides de vegetales y animales son usualmente encontrados en fracciones lipídicas, ligados a proteínas o esterificados con ácidos grasos. (Morales, 2008)

Dentro de una clasificación química, los carotenoides o tetraterpenoides son una clase de pigmentos terpenoides con 40 átomos de carbono derivados bio-sintéticamente a partir de dos unidades de geranyl-geranylpirofosfato, en su mayoría son solubles en

solventes apolares y tienen coloraciones que oscilan entre el amarillo (β -caroteno) y el rojo (el licopeno). Los carotenoides se pueden clasificar en carotenos y xantofilas. Los carotenos solo contienen carbono e hidrogeno (por ejemplo el β -caroteno, licopeno, etc.), mientras que las xantofilas contienen además oxígeno. (Medina, 2008).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

- El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Post Cosecha LA-110 de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional del Altiplano.
- El análisis de la capacidad antioxidante, se realizó en el laboratorio de Multiusos de Cromatografía y Espectrofotometría de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

- Fruto Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) ecotipo Colombia traído del departamento de Cusco, distrito de Mollepata a 2550 msnm de altura, fruto cosechado a los 2 años y medio de la plantación con un peso promedio de 3 a 7 gr y de color anaranjado caro con visos verdes y color anaranjado.

3.3. EQUIPOS

- Espectrofotómetro THERMO CIENTIFIC – GENESYS 20.
- Penetrómetro. Model GY-2. Capacity 4×10^9 Pa (± 0.3 - ± 0.5).
- Refractómetro Digital ATAGO® 0.0 - 85.0% Brix (+/- 0.2°).
- Colorímetro SC20.
- Refrigeradora SAMSUNG.
- Balanza Electrónica Henkel Serie KG 25550.
- Cronometro Marca CASIO.
- Calibre de 15 mm a 32 mm.

3.4. REACTIVOS

- DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo).

- Etanol al 96%.
- Reactivo Trolox.
- Hidróxido de sodio (0.1) FERMONT 98.7%.
- Solución de Fenolftaleina 1%.
- Cloro.
- Alcohol al 96%.
- Agua Destilada.

3.5. MATERIALES DE LABORATORIO

- Mesa de trabajo.
- Vasos precipitados de 100ml.
- Cubetas de vidrio de 1cm.
- Pipetas volumétricas de 1, 5 y 10ml.
- Micropipetas de 10 μ l y 50 μ l. marca TRANPERPETTE Y 100 μ l y 1000 μ l, marca LABOPETTE.
- Probeta DE 10, 50, 100 y 500ml
- Tamiz N°80 (0.17mm) y N°1000(0.14) de tipo U.S.A.
- Matraces de 100 y 250ml.
- Fiola pirex de 10, 20, 50 y 100ml.
- Erlenmeyer de 50. 100 y 250 ml.
- Envases de vidrio (color ambar)
- Tubos de ensayo
- Gradillas metálicas
- Cuchillo de acero inoxidable, marca tramontina
- Recipiente de plásticos.
- Caja de Tecnopor para muestra.

- Bandejas de platicos 14 x 20cm.
- Jarras medidoras de plástico (1000, 500 y 250ml).
- Tijeras
- Toallas Scott.

3.6. METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

3.6.1. Metodología experimental

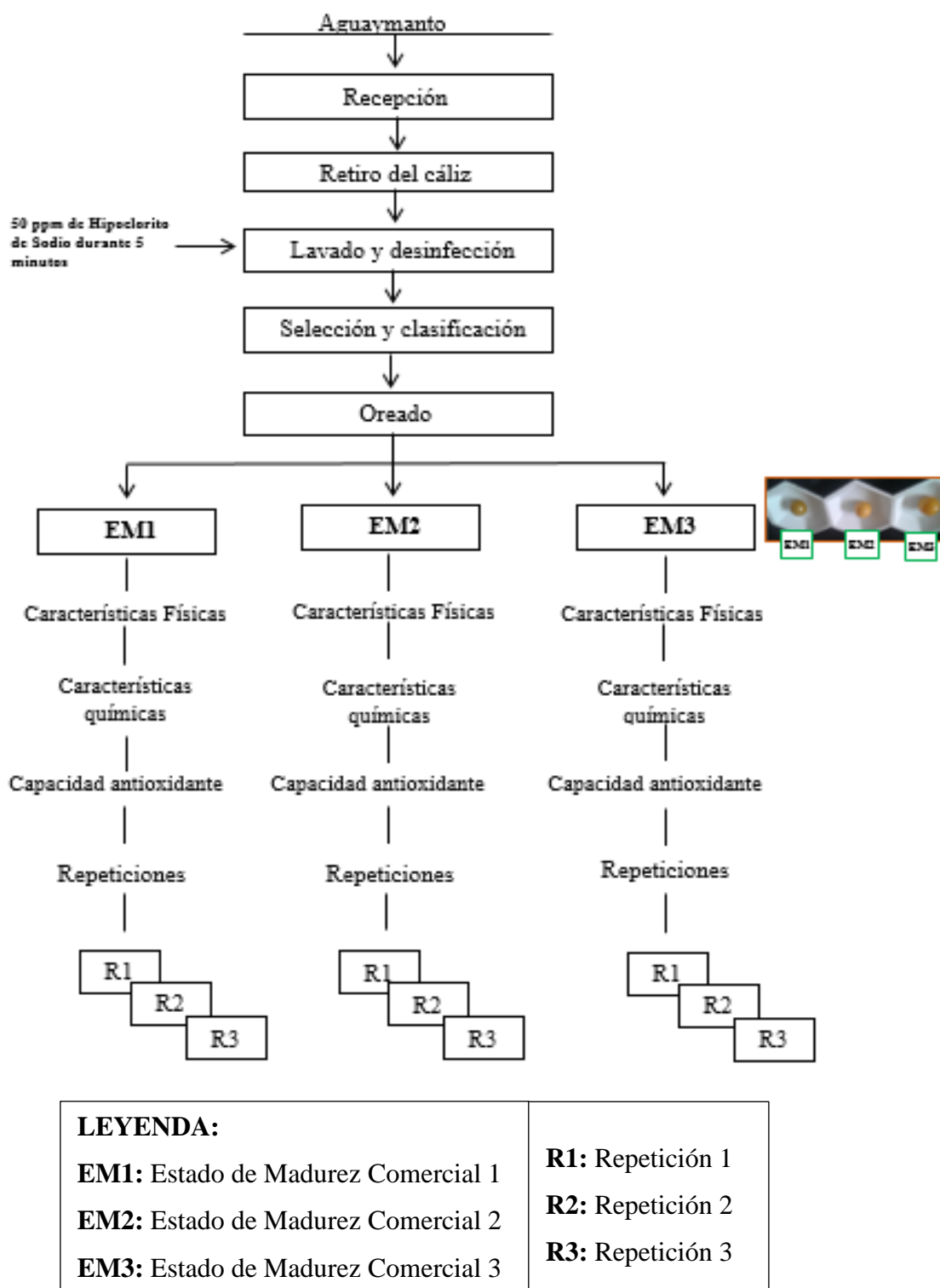


Figura N°3. Diagrama de flujo para la evaluación de los tres estados de madurez comercial.

3.6.2. Descripción de operaciones

- Recepción de materia prima

La materia prima procedente del distrito de Mollepata – Cusco, se recibió en el Laboratorio de post cosecha, de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNA Puno.

- Retiro de cáliz

En esta etapa con la ayuda de una tijera se procedió a retirar al cáliz que cubre el fruto.

- Lavado y desinfección

Se realizó por inmersión en una solución con 50 ppm de hipoclorito de sodio durante 5 minutos, para la desinfección y eliminación de impurezas de la superficie, el proceso fue manual.

- Selección

Se realizó en forma manual y visual con la finalidad de eliminar los frutos deteriorados, dañados, picados y que no cumplieron con los requisitos mínimos de calidad (NTC 4580).

- Clasificación

Se clasificaron por colores de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana 4580, en tres estados de madurez comercial (EM1, EM2 y EM3), EM1: anaranjado claro con visos verdes, EM2: color anaranjado claro y EM3: color anaranjado

- Oreado

El producto lavado fue llevado a unas bandejas donde se dejaron en reposo de 10 a 15 minutos con la finalidad de eliminar el agua presente en la superficie de los frutos.

- Análisis físicos

Se procedió a realizar los análisis físicos (color, peso, calibre y firmeza) a cada estado de madurez comercial con tres repeticiones, cada muestra compuesta de 5 unidades de aguaymanto.

- Análisis químicos

Una vez realizados los análisis físicos se procedió a cortar la fruta, triturar y comenzar con los análisis fisicoquímicos (acidez titulable, pH, sólidos solubles y capacidad antioxidante).

3.6.3. Factores De Estudio

a) Primer Objetivo

Variable de estudio:

- EM1 : Estado de madurez 1
- EM2 : Estado de madurez 2
- EM3 : Estado de madurez 3

Variables de respuesta:

- Características físicas (Color, Peso, Calibre y Firmeza).

b) Segundo objetivo

Variable de estudio

- EM1 : Estado de madurez 1
- EM2 : Estado de madurez 2
- EM3 : Estado de madurez 3

Variables de respuesta

- Características químicas (Sólidos solubles, pH, Acidez titulable e ÍM)

c) Tercer objetivo

Variable de estudio

- EM1 : Estado de madurez 1
- EM2 : Estado de madurez 2
- EM3 : Estado de madurez 3

Variables de respuesta

- Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol Trolox equivalente/g}$)

3.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.7.1. Análisis físico

a) Análisis de color

Se obtuvo con la ayuda de un colorímetro SC20, en la escala CIE L^* , a^* y b^* en donde L^* mide el brillo de la superficie, a^* representa la intensidad del color rojo, $-a^*$ al color verde y b^* la intensidad del color amarillo, $-b^*$ al color azul. Con los valores de a y b se calculó croma (C^*) y el Angulo de tono (Hue^*) de acuerdo a lo reportado por Galotto (2010) y Monar (2014) en las funciones matemáticas.

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad [2]$$

$$Hue^* = [\text{arc. tg} (b^*/a^*)] * (180/\pi) \quad [3]$$

Dónde:

C^* : Croma

Hue^* : Ángulo de tono

a^* : Tendencia del color al rojo (positivo) o al verde (negativo).

b^* : Tendencia del color al amarillo (positivo) o al azul (negativo).

b) Firmeza

La firmeza se determinó por el método indicado por Gil (por presión al empujar una onda cilíndrica de la pulpa del fruto con un penetrometro manual Model GY-2. Capacity 4×10^9 Pa. ($d=002$), los resultados se expresan en lb-f. (Lancheros et al., 2007).

c) Peso

Se pesó cada fruto tomando 5 muestras por cada repetición de cada estado de madurez comercial del aguaymanto.

d) Calibre

Se midió el diámetro de cada fruto utilizando un calibrador tomando 15 muestras de cada estado de madurez y el resultado se expresó en mm.

3.7.2. Análisis Químico**a) Contenido de Sólidos Solubles**

Se determinó utilizando un Brixometro, para lo cual se preparó la muestra, se trituró en un mortero para extraer el jugo del aguaymanto, luego cuidadosamente en el brixometro calibrado se colocó una gota de muestra procediendo a leer el valor inmediatamente (A.O.A.C., 2000).

b) Potencial de Hidrogeno (pH)

El pH se determinó utilizando un pHmetro, previamente calibrado utilizando solución buffer, para lo cual se preparó la muestra, seguidamente se procedió a introducir el electrodo y leer inmediatamente el valor (A.O.A.C., 2000).

c) Acidez Titulable

El contenido de acidez titulable se basa en la reacción de neutralización

ácido–base, según A.O.A.C. (1995), expresando el resultado en % de *ácido cítrico*, realizando.

$$\% \text{ácido cítrico} = \frac{v \cdot N \cdot meq}{M} * 100 \quad [4]$$

Dónde:

V : Volumen de álcali gastado en la titulación.

N : normalidad de álcali 0.1,

Meq : valor de mini equivalente en gr. (0.064)

M : gramos o ml de muestra contenida en la alícuota.

d) Índice de Madurez

El Índice de madurez se obtuvo mediante la relación entre los sólidos solubles totales (°Brix) y el porcentaje de acidez titulable mencionado por Marquéz et al., (2009). Para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Madurez} = \frac{\text{Sólidos Solubles Totales}}{\% \text{Acide titulable}} \quad [5]$$

e) Capacidad Antioxidante

Para determinar la capacidad antioxidante se empleó el método propuesto por Brand-Williams (1995). Este método permite evaluar la capacidad antioxidante debido 1,1-difenil-2- picrilhidrazilo (DPPH) es un radical libre y estable que presenta una coloración purpura. Cuando hay donación de un electrón o un protón por un compuesto con poder antioxidante esta tonalidad desaparece. Se pesó la muestra de aguaymanto y se realizó la extracción con etanol al 96%, 10 veces el volumen del peso de la muestra. Preparación de la curva de calibración. Se preparó una solución patrón, disolviendo 1 mg de

trolox en 1 ml de etanol al 96%. Preparación del radical DPPH. Se pesó 4 mg del radical DPPH en un matraz aforado, previamente tarado y protegido contra la luz. Se disolvió en 100 mL de etanol al 96%. La solución se colocó en un sonicador durante 20 min con la finalidad de lograr una adecuada disolución.

Este procedimiento se llevó a cabo utilizando 100 μ l de muestra y 1,5 ml de la solución metanólico de DPPH y una longitud de onda de 517 nm. Como referencia se usó la misma cantidad de DPPH y 10 ml del solvente de la muestra. Luego de 30 minutos de reacción a temperatura ambiente y en la oscuridad, se lee la absorbancia la curva de referencia se construyó usando Trolox como patrón primario. Los resultados se formularon como capacidad antioxidante expresada en equivalentes trolox (TEAC).

3.7.3. Diseño Experimental

Para la investigación se consideró las variables independientes y dependientes, se utilizó el Diseño Completamente al azar (DCA). Los tratamientos en estudio eran los tres estados de madurez comercial del Aguaymanto, conducido bajo tres repeticiones, cada repetición fue conformada por 5 frutos.

En este diseño se aplicó según el siguiente Modelo Estadístico Lineal. (Ibañez, 2002).

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}, \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, r \end{array} \quad [6]$$

Dónde:

Y_{ij} = Es una observación en la j-ésima unidad experimental, sujeto al i-ésimo tratamiento.

τ_i = Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

μ = Es el efecto de la media general o constante común.

ε_{ij} = Efecto verdadero de la j-ésima unidad experimental (replica), sujeta al i-ésimo tratamiento (error experimental).

Tabla N°2. ANVA para Diseño Completamente al Azar (DCA).

F. de V.	GL	S de C	CVE(C M)
Tratamientos	t-1	$\sum \frac{X_i^2}{r} - \frac{X_{..}^2}{rt}$	$\sigma_e^2 + r\sigma_t^2$
Error	t(r-1)	$\sum_i^t \sum_j^r X_{ij}^2 - \sum_i^t \frac{X_i^2}{r}$	σ_e^2
Total	rt-1	$\sum_i^t \sum_j^r X_{ij}^2 - \frac{(\sum \sum X_{ij})^2}{rt}$	

Las variables de respuesta (variables dependientes) se analizaron bajo el análisis de varianza, y para conocer las diferencias estadísticas, se utilizó la prueba de Tukey con ($p \leq 0.05$), para conocer las diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, para ello se hizo procesar los datos usando el software estadístico S.A.S.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EVALUACION DE LA INFLUENCIA DEL INDICE DE MADUREZ SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.

4.1.1. Evaluación del color

a) Croma (C*)

Según el análisis de varianza (ANVA) (Anexo B.1) para el croma (C*), en donde se observa que para los estados de madurez comercial del aguaymanto existe diferencia estadística altamente significativa ($p \leq 0.05$), lo cual nos da a entender que existen diferencias entre los estados de madurez comercial sobre el croma (C*). Además el coeficiente de variación (CV) igual a 3.438% nos indica que los resultados obtenidos presentan una mínima variabilidad y son aceptables para este tipo de investigación.

Tabla N°3. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para croma (C*)

Orden de Merito	Estado de madurez	* Croma (C*)	DS	Sig. ≤ 0.05
1	EM3	44.71	± 0.76	a
2	EM2	38.12	± 2.07	b
3	EM1	31.08	± 0.52	c

*Promedio de resultados obtenidos. **DS:** Desviación estándar.

Letras iguales no son significativamente diferentes.

En la Tabla N°3, se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para el croma (C*) de los estados de madurez comercial del aguaymanto, en el cual se observa que existe diferencia estadística significativa entre los tres estados de madurez, siendo mayor el EM3 con 44.71. Los valores determinados para el croma (C*) se midieron en la

escala CIE L^* , a^* y b^* en dónde L^* mide el brillo de la superficie, a^* representa la intensidad del color rojo y b^* la intensidad del color amarillo. Con los valores de a^* y b^* se calculó el croma (C^*). Los valores registrados se encuentran en el (Anexo A.1). En el cual se presenta un aumento en la intensidad del color, del estado comercial EM1 con croma orientado a amarillo claro 31.08 al estado de madurez comercial EM3 con croma orientado anaranjado 44.71, las diferencias encontradas en las coordenadas de color ocurren naturalmente debido a diferentes etapas de madurez. Datos similares reporto Arteaga, (2015), concluyo un croma orientado a amarillo - naranja para el estado maduro 35.08 y naranja claro para frutos sobremaduro 43.90. Durante el proceso de maduración, la transición de la clorofila en carotenoides, conversiones bioquímicas del almidón en azúcar, protopectina insoluble en pectina y pérdida de ácido orgánico a través de la oxidación son responsables del aumento de los carotenoides, por tanto del color naranja.

Por otro lado Restrepo, (2008) reporta un croma orientado a un color naranja intenso con 63.61; de igual manera Botero, (2008) croma 62.50 y Oliveira *et al.*, (2016) croma a 60.64, esto podría verse influenciado por la variedad de la fruta y factores ecofisiológicos del aguaymanto en estudio. Estudios recientes Marín, (2009) han indicado que la fruta fresca de *P. peruviana* L. presenta dos grupos homogéneos, uno incluye las muestras medidas en el área del pedúnculo y las otras regiones ecuatoriales y el ápice. En todo momento, las muestras del área alrededor del pedúnculo son más claras, menos rojas y más amarillas que otras áreas, este comportamiento se atribuye a la menor concentración de carotenoides en el área de Pedúnculo y cambios fisiológicos durante el proceso de maduración de la fruta.

b) Angulo de Tono (Hue*)

Para la evaluación de la variación del Angulo de Tono (Hue*), según el análisis de varianza (ANVA) (Anexo B.2) se observa que para los tres estados de madurez comercial del aguaymanto existe una diferencia estadística altamente significativa sobre la variación del Angulo de tono (Hue*). Con un coeficiente de variación (CV) igual a 2.031%.

Tabla N°4. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para la variación del ángulo de tono (Hue*).

Orden de Merito	Estado de madurez	*Angulo de Tono (Hue*)	DS	Sig. ≤ 0.05
1	EM1	74.11	± 0.94	a
2	EM2	67.28	± 0.40	b
3	EM3	59.13	± 2.12	c

*Promedio de resultados obtenidos. **DS:** Desviación estándar.

En la Tabla N° 4, se observa la variación del ángulo de tono (Hue*) en 3 estados de madurez comercial del aguaymanto. Los valores determinados, se midieron en la escala CIE L*, a* y b* en dónde L* mide el brillo de la superficie, a* representa la intensidad del color rojo y b* la intensidad del color amarillo. Con los valores de a* y b* se calculó el ángulo de tono (Hue*). Los valores registrados se encuentran (Anexo A.1). Los tres estados de madurez comercial muestran ser estadísticamente diferentes, siendo el estado de madurez comercial EM3 con 59.13 de tonalidad más oscura de naranja a rojo, EM2 con 67.28 con una tonalidad de amarillo claro a naranja y EM1 74.11 una tonalidad amarillo claro, esto debido a las diferentes etapas de madurez comercial en estudio. Estudios recientes Marín, (2009) han indicado que la fruta fresca de *Physalis peruviana* L. presenta dos grupos homogéneos, uno incluye las muestras medidas en el área del pedúnculo y las otras regiones ecuatoriales y el ápice. Reportes de Restrepo (2008) en su

investigación indica una tonalidad de amarillo a naranja con (HUE*) 76.20, de igual manera lo menciona Botero (2008) y Oliveira *et al.*, (2016). 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, Fischer y Martínez, (1999). Los resultados de la presente investigación pueden ocasionarse por la variedad, por lo tanto, el color como el tamaño del fruto de una misma variedad están relacionados, con el proceso de la maduración fruto tenderá a crecer el tamaño y se intensificará el color y se determina en el diámetro ecuatorial de cada fruto.

4.1.2. Evaluación del Calibre

Para el calibre de los tres estados de madurez comercial del aguaymanto, según el análisis de varianza (ANVA) (Anexo B.4) se observa que existe una diferencia estadística altamente significativa ($p \leq 0.05$) entre los estados de madurez comercial sobre el calibre del aguaymanto. Además el coeficiente de variación (CV) es 2.245%, presentan una mínima variabilidad y son aceptables para este tipo de investigación. Los valores registrados se encuentran (Anexo A.2).

Tabla N°5. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el calibre

Orden de Merito	Estado de madurez	*Calibre (mm)	DS	Sig. ≤ 0.05
1	EM3	22.00	± 0.17	a
2	EM2	20.20	± 0.53	b
3	EM1	20.17	± 0.59	b

*Promedio de resultados obtenidos. **DS:** Desviación estándar.

Letras iguales no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

En la Tabla N°5, se observa que el estado de madurez comercial EM3 con 22.00 mm es estadísticamente mayor y diferente a los estados de madurez EM2 con 20.20 mm y EM1 con 20.17 mm los cuales son estadísticamente similares. Los datos obtenidos en esta investigación se encuentran dentro de lo reportado por Fischer (2005) menciona que el diámetro o calibre del fruto de aguaymanto es bastante variable el cual aumenta hasta alcanzar su madurez y va desde 12.50 mm a 25.00 mm, en casos raros sobre todo en primeros frutos, supera los 25.00 mm. Datos similares reportan INCOTEC, (1999) propone calibres para efectos de clasificación que van desde 15 a 22 mm a lo que reporta también Medina (2006) que indica que el aguaymanto en estado maduro tiene un calibre de 21.10 mm de igual manera lo menciona también Oliveira *et al.* (2016) que concluyo en su investigación para el aguaymanto un diámetro 16.90 mm. Estas variaciones de calibre se pueden dar por el ecotipo, condiciones ecofisiológicas y prácticas de manejo de la planta de aguaymanto. A lo que menciona Fischer (2005) que el tamaño final depende en alto grado de la humedad que proporciona el riego y las lluvias

4.1.3. Evaluación del Peso

Se observa el análisis de varianza (ANVA), (Anexo B.3) para el peso de los tres estados de madurez comercial, en el cual se muestra que existe una diferencia altamente significativa ($p \leq 0.05$), lo cual nos da a entender que existen diferencias entre los estados de madurez comercial sobre el peso del aguaymanto. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 5.112% nos indica que los resultados obtenidos presentan una mínima variabilidad. Los valores registrados se encuentran (Anexo A.2).

Tabla N°6. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el peso

Orden de Merito	Estado de madurez	*Peso (gr)	DS	Sig. ≤ 0.05
1	EM3	5.96	± 0.13	a
2	EM2	4.42	± 0.29	b
3	EM1	4.32	± 0.30	b

*Promedio de resultados obtenidos. **DS:** Desviación estándar.

Letras iguales no son significativamente diferentes.

En la Tabla N°6, se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para el peso de los estados de madurez comercial del aguaymanto, en el cual se observa que el estado de madurez comercial EM3 con 5.96 gr es estadísticamente mayor además que existe diferencia significativa con los estado de madurez EM2 con 4.42 gr y EM1 con 4.32 gr siendo ambos estadísticamente similares. Herrera (2000) reporto el peso de frutos de aguaymanto en estado maduro es de 4.98 gr y en frutos verdes es de 4.24 gr, por lo tanto los datos obtenidos en la investigación se encuentran dentro de lo reportado siendo considerados frutos maduros. De igual manera concluyeron Almanza y Fischer (1993), que pudieron diferenciar cada fruto de aguaymanto por el tamaño, color y forma del cáliz, los frutos maduros de Kenia y Sudáfrica tienen un peso promedio 6 a 10 gr, mientras los de origen colombiano pesan en promedio de 4 a 5 gr. También (Herrera 1998, citado por Herrera 2000), indica que el aguaymanto presenta un valor promedio de 4.20 g de peso. El estado de madurez comercial EM3 siendo estadísticamente diferente a los demás estados presento un peso de 5.96 g, con un diámetro de 22.00 mm esto coincide con los mencionado por Almanza y Espinosa (1995), concluyen que el peso del fruto varía según su tamaño el cual aumenta hasta alcanzar la madurez. Los resultados obtenidos en la presente investigación son concordantes con los datos obtenidos por los distintos autores

y la mínima variación presente variación puede haberse atribuido al manejo poscosecha y lugar de procedencia.

4.1.4. Evaluación de la firmeza

Se evaluó la firmeza de los tres estados de madurez comercial del aguaymanto, los valores registrados se encuentran en el (Anexo A.2) para lo cual se presenta el análisis de varianza (ANVA) (Anexo B.5) en donde se observa existe una diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), por lo tanto existe diferencias entre los estados de madurez comercial sobre la firmeza del fruto. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 13.687%.

Tabla N°7. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para la firmeza.

Orden de Merito	Estado de madurez	*Firmeza (lb-f)	DS	Sig. ≤ 0.05
1	EM1	2.94	± 0.24	a
2	EM2	2.55	± 0.50	a
3	EM3	1.76	± 0.13	b

*Promedio de resultados obtenidos. **DS:** Desviación estándar.

Letras iguales no son significativamente diferentes.

En la Tabla N°7, se observa que el EM1 con 2.94 lb-f y EM2 con 2.55 lb-f estadísticamente similares y diferentes al estado de madurez EM3 con 1.76 lb-f, esta disminución de la firmeza en el fruto, Según estudios realizados por *Ciro et al.*, (2007), menciona que la firmeza en los frutos de *Physalis peruviana* L. disminuyen durante el período posterior a la cosecha, que se origina principalmente por el proceso de maduración y ablandamiento del fruto. El fruto con mayor grado de madurez es más susceptible al daño mecánico en la poscosecha.

Los datos obtenidos en la investigación son similares a lo reportado por Restrepo (2008), concluyo que el aguaymanto tiene una firmeza de 2.72 lb-f, de la misma manera en su investigación Pauro (2016) indica una firmeza de 2.33 lb-f disminuyendo después de 5 semanas de almacenamiento a 1.66 lb-f. (Ciro *et al.*, 2007; Ciro y Osorio, 2008), mencionan que durante la poscosecha de los frutos el aguaymanto presenta una disminución continua de la firmeza, sin embargo, frutos pintones en el momento de la cosecha conservan mayores valores de firmeza durante el almacenamiento que frutos recolectados con mayor grado de madurez. Esto refleja las transformaciones en la estructura celular, se incrementa la expresión de varias enzimas que degradan la pared celular y algunos cambios bioquímicos Chitarra y Chitarra, (2005). La firmeza del estado de madurez comercial EM3 con 1.76 lb-f, puede ser influenciado por lo mencionado por Fischer (2005), indica que el aumento del aporte de agua por la lluvia o el riego (sobrerrigación) durante la maduración del fruto disminuye su firmeza y provee condiciones más favorables para las lesiones mecánicas del fruto y su deterioro. Autores como Ciro, Buitrago y Pérez, (2007) mencionan que la firmeza es el mejor índice en el nivel práctico para determinar la madurez de una fruta en diferentes etapas, lo que permite establecer los niveles óptimos de consumo, transporte y manejo del producto, además es un buen predictor de su potencial de vida útil y grado de ablandamiento. Alteraciones en la turgencia de la célula y la degradación de las reservas de almidón también conducen a la pérdida de firmeza de los frutos (Kays, 2004)

4.2. EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL AGUAYMANTO

4.2.1. Evaluación del Contenido de Sólidos Solubles Totales (°Brix)

Según el análisis de varianza (ANVA), (Anexo B.6) para el contenido de sólidos solubles totales (°Brix) de los tres estados de madurez comercial del aguaymanto existe diferencia

altamente significativa, lo cual nos da a entender que existen diferencias entre los estados de madurez comercial sobre los sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix) del aguaymanto. Además el coeficiente de variación (CV) es igual a 3.64% nos indica que los resultados obtenidos presentan una mínima variabilidad. Los valores registrados se encuentran en el (Anexo A.3).

Tabla N°8. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para los sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix).

Orden de Merito	Estado de madurez	*Sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix)	DS	Sig. ≤ 0.05
1	EM3	12.96	± 0.49	a
2	EM2	12.37	± 0.35	a
3	EM1	11.19	± 0.48	b

*Promedio de resultados obtenidos. **DS:** Desviación estándar.

Letras iguales no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

En la Tabla N°8, se observa la prueba de comparación de medias de Tukey para los sólidos totales ($^{\circ}$ Brix) de los tres estados de madurez comercial del aguaymanto, en el cual se observa un aumento del contenido de sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix) desde el estado comercial EM1 al EM3, siendo el estado de madurez comercial EM3 el que presenta mayor contenido de $^{\circ}$ Brix con 12.96, siguiendo el estado de madurez comercial EM2 con 12.37 $^{\circ}$ Brix siendo estos estadísticamente similares y por último el estado de madurez EM1 con 11.19 $^{\circ}$ Brix siendo estadísticamente menor, observándose así que existe relación directa de lo SST y los estados de madurez, esto prueba que a medida que el fruto madura, disminuyen los contenidos de almidón por hidrólisis y la concentración de sólidos solubles totales aumenta (Fischer et al., 2000; Novoa et al., 2006), los valores obtenidos en esta investigación son similares a lo reportado por Encina y Ureña (2007) que indican que el aguaymanto contiene 12.5 $^{\circ}$ Brix. Por otro lado La Norma Técnica de

Colombia ICONTEC (1999) del aguaymanto establece como mínimo para el estado de madurez entre 13.2 – 15.1 ° Brix. Datos similares son reportados por parte de Herrera, (2000) que indica que los frutos de aguaymanto maduros contienen entre 13 y 15 °Brix y los fruto pintones entre 9 y 13 °Brix, esto puede ser atribuido a la variedad, estado de madurez en el que ellos tomaron sus muestras también puede ser influenciado por la altitud creciente como lo indica (Fischer *et al.*, 2007) que en 2.300 a 2.690 msnm puede disminuir la concentración de sacarosa y de los sólidos solubles en el fruto de aguaymanto, y los frutos para esta investigación fueron provenientes del distrito de mollepata que se encuentra a 2550 msnm. El estado comercial EM1 con 11.19° Brix, según Herrera, (2000) sería considerado un fruto pintón.

En el aguaymanto, el aumento del aporte de agua por la lluvia o el riego (sobrerrigación) durante la maduración del fruto disminuye su firmeza y el contenido de azúcares y provee condiciones más favorables para las lesiones mecánicas del fruto y pudrición. (Fischer, 2005).

4.2.2. Evaluación del Potencial de Hidrogeno (pH)

Para la evaluación del pH se realizó el análisis de varianza (ANVA), (Anexo B.7) de los 3 estados de madurez comercial del aguaymanto, en el cual se observa que existe diferencia estadística altamente significativa ($p \leq 0.05$) entre los estados de madurez comercial sobre el pH del aguaymanto. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 2.648% para lo cual los resultados obtenidos presentan una mínima variabilidad y son aceptables para este tipo de investigación. Los valores registrados se encuentran en el (Anexo A.3).

Tabla N°9. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para el pH

Orden de Merito	Estado de madurez	*pH	DS	Sig. ≤ 0.05
1	EM3	4.75	± 0.14	a
2	EM2	4.47	± 0.01	a
3	EM1	4.14	± 0.15	b

*Promedio de resultados obtenidos. **DS:** Desviación estándar.

Letras iguales no son significativamente diferentes.

En la Tabla N°9, se observa la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para el pH de los tres estados de madurez comercial, en el cual el estado comercial EM3 con pH 4.75 y el estado comercial EM2 con pH 4.47 que son estadísticamente similares y diferentes al estado de madurez comercial EM1 con pH 4.14 que es estadísticamente menor. Los tres estados de madurez comercial, EM1 a EM3 muestran un comportamiento creciente, esto coincide a lo reportado por Encina y Ureña (2007) que dio un valor de 4.08 esto puede ser atribuido a las mismas características del fruto, estos datos obtenidos se encuentra dentro del rango para las frutas ácidas 2.5 a 4.5. sin embargo Veliz y Espinoza (2010), reportan un aumento del pH de 3,1 en el estado verde a 3,5 en el estado maduro esto ocurre debido a la reducción de la acidez titulable total y esto ayuda a madurar al fruto porque consigue que se descompongan la clorofila y endulcen la fruta.

4.2.3. Evaluación de la Acidez Titulable (ATT)

Se obtuvieron los datos de acidez titulable de tres estados de madurez comercial del aguaymanto, los valores registrados se encuentran en el (Anexo A.3), para lo cual se realizó el análisis de varianza (ANVA), (Anexo B.8), donde se observa que existe una diferencia altamente significativa ($p \leq 0.05$) lo cual nos da a entender que existen

diferencias entre los estados de madurez comercial sobre la acidez titulable del aguaymanto. Además el coeficiente de variación (CV) es igual a 8.262%.

Tabla N°10. Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) para la acidez titulable

Orden de Merito	Estado de madurez	*Acidez Titulable (%)	DS	Sig. ≤ 0.05
1	EM1	1.68	± 0.13	a
2	EM2	1.67	± 0.12	a
3	EM3	1.23	± 0.13	b

*Promedio de resultados obtenidos. **DS:** Desviación estándar.

Letras iguales no son significativamente diferentes.

En la Tabla N°10, se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para la acidez titulable de los estados de madurez comercial del aguaymanto, en el cual se observa la disminución del porcentaje de acidez titulable 1.68 % para el EM1 y 1.23% para el EM3. Se considera que la acidez titulable decrece en cuanto avanza el proceso de maduración; los ácidos orgánicos son sustratos utilizado durante la respiración, por lo que la maduración supone un descenso en la acidez (Guzmán y Segura, 1989 citado por Lanchero., et al 2007). Los datos obtenidos en la investigación son acorde a lo reportado por La NTC (1999) el cual indica que el contenido máximo de acidez expresado como porcentaje de ácido cítrico, de acuerdo a la Tabla de color, es de 1,68%. Por otro lado Galvis *et al.*, (2005), concluyo que el aguaymanto de buena calidad tiene una acidez entre 1,6% a 2,0%, y para los frutos pintones de 2.0% a 2,1%. El estado de madurez comercial EM3 se encuentra debajo de lo mencionado con 1.23% de acidez presentando a la vez más contenido de azúcares con 12.96° Brix, puesto que los sólidos solubles (°Brix) están relacionados inversamente con la acidez, a medida que aumentan los sólidos disminuye el porcentaje de acidez.

López *et al.*, (2013) reportó 2.01% de acidez en el aguaymanto. Además Encina y Ureña (2007) concluyeron que el aguaymanto en estado maduro tiene 2.28% de acidez, esto podría ser influenciado a el estado de madurez y variedad del fruto en estudio.

4.2.4. Evaluación del Índice de Madurez (IM)

Se presenta el análisis de varianza (ANVA), (Anexo B.9) para el índice de madurez, de los tres estados de madurez comercial del aguaymanto, en el cual se observa que existe una diferencia estadística altamente significativa ($p \leq 0.05$), entre los estados de madurez comercial sobre el índice de madurez. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 10.189% nos indica que los resultados obtenidos presentan una mínima variabilidad y son aceptables para este tipo de investigación. Los valores registrados se encuentran en el (Anexo A.3).

Tabla N°11. Prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para el índice de madurez

Orden de Merito	Estado de madurez	*Índice de Madurez (IM)	DS	Sig. ≤ 0.05
1	EM3	10.64	± 1.17	a
2	EM2	7.43	± 0.68	b
3	EM1	6.66	± 0.55	b

*Promedio de resultados obtenidos. **DS**: Desviación estándar.

Letras iguales no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

En la Tabla N°11, se observa la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para el índice de madurez del aguaymanto sobre los estados de madurez comercial, el estado de madurez comercial EM3 con 10.64 siendo estadísticamente mayor que el estado de madurez comercial EM2 con 7.43 y EM1 con 6.66 siendo ambos estadísticamente similares, este comportamiento es normal en la maduración donde se presenta la

formación de azúcares y la degradación de ácidos orgánicos. Los datos obtenidos en esta investigación son similares a lo reportado por Arteaga (2015), concluyo que el aguaymanto un estado sobre maduro tiene un índice de madurez de 10.626, maduro con un índice de madurez de 7.945 y pintón con un índice de madurez de 4.318., según lo mencionado el estado de madurez EM3 es considerado una fruta sobre madura y los estados de madurez EM2 y EM1 son frutas maduras, estos cambios son el resultado de la profunda reestructuración metabólica y química que se desencadena dentro del fruto. Se señala que un fruto tropical como el aguaymanto, en su optima madurez, muestra la mayor cantidad de carbohidratos y a su vez la menor concentración de acidez (Pantastico, 1981). El índice de madurez comercial es determinado según el cambio de color del cáliz que corresponde al cambio de color del fruto de verde a amarillo, con alrededor de 13°Brix (Galvis *et al*, 2005).

4.3. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL AGUAYMANTO.

Se evaluó la capacidad antioxidante del aguaymanto, se realizó 5 repeticiones por cada estado de madurez comercial los valores registrados se encuentran en el (Anexo A.4), para lo cual se hizo el análisis de varianza, ver (Anexo B.10) en donde se observa que existe una diferencia estadística altamente significativa ($p \leq 0.05$), entre los estados de madurez comercial sobre la capacidad antioxidante del aguaymanto. Además el coeficiente de variación (CV) es igual a 0.020% el cual indica que los resultados obtenidos presentan una variabilidad mínima.

Tabla N°12. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para Capacidad Antioxidante.

Orden de Merito	Estado de Madurez	*Capacidad Antioxidante (Trolox C150 $\mu\text{mol}/100\text{gr}$)	DS	Sig. ≤ 0.05
1	EM2	377.171	± 0.07	a
2	EM1	376.776	± 0.11	b
3	EM3	376.721	± 0.03	b

*Promedio de resultados obtenidos. **DS**: desviación estándar. Letras iguales no son significativamente diferentes.

En la Tabla N°12, se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para capacidad antioxidante del aguaymanto de los tres estados de madurez comercial presentando mayor capacidad antioxidante el estado de madurez comercial EM2 con 377.171 μmol de trolox equivalente/g de aguaymanto, seguidos por el EM1 con 376.776 μmol de trolox equivalente/g de aguaymanto y EM3 con 376.721 μmol de trolox equivalente/g de aguaymanto, siendo el EM1 y EM3 estadísticamente similares.

Los datos obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro del rango indicado por INCOTEC, (1999) el cual analizó la capacidad antioxidante del aguaymanto en distintos estados de madurez (estado dos – fruto color verde con tonalidades anaranjadas) al (estado seis - fruto color anaranjado intenso), dando valores desde 249.23 μmol de trolox equivalente/g de aguaymanto a 489.05 μmol de trolox equivalente/g de aguaymanto, mientras el aguaymanto aumenta en madurez, sus compuestos bioactivos (contenido de ácido ascórbico, compuestos fenólicos y carotenos totales) aumentan, obteniéndose de esta forma una mayor capacidad antioxidante.

Restrepo, (2008) concluyó que la capacidad antioxidante del aguaymanto es 210.82 μmol de trolox equivalente/g de aguaymanto y Botero, (2008) 192.51 μmol de trolox

equivalente/g de aguaymanto, Al respecto Williamson, (2000) menciona que los niveles de éstos compuestos pueden variar considerablemente dentro de la misma especie vegetal, e incluso entre sus variedades, debido a factores genéticos y ambientales que condicionan la germinación, el crecimiento y calidad de los cultivos. A lo que menciona (Moure et al., 2001) que cuando se determina la capacidad antioxidante, ésta se ve afectada por el tipo de solvente de extracción, el proceso de aislamiento, la pureza del componente activo, así como el sistema de análisis y el substrato a ser protegido por el antioxidante.

V. CONCLUSIONES

1. Se concluye para las características físicas que el color del aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) cambia significativamente para los tres estados de madurez, mostrando así que a medida que el fruto presenta mayor índice de madurez, este a su vez tiene mayor intensidad de color, peso y tamaño (calibre), respecto a la firmeza esta disminuye durante la maduración y es un parámetro decisivo a la hora de comercializar una fruta.
2. Las propiedades fisicoquímicas se ven influenciadas por los estados de madurez comercial del aguaymanto aumentando el contenido de sólidos solubles, índice de madurez y pH; lo contrario sucede con la acidez esta disminuye a medida que el fruto madura en la cual esta proporción entre azúcar y ácido provee al aguaymanto su sabor característico.
3. El estado de madurez comercial 2 mostró mayor contenido de capacidad antioxidante a diferencia de los demás estados, se concluye que mientras el aguaymanto aumenta en madurez, sus compuestos bioactivos aumentan.

VI. RECOMENDACIONES

1. En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo realizar estudios de las propiedades fisicoquímicas de otros ecotipos de aguaymanto en sus diferentes estados de madurez diferenciándolos por lugar de procedencia.
2. Determinar un método de conservación que ayude a mantener las características fisicoquímicas y nutricionales, que cumplan con las necesidades del consumidor.
3. Evaluar la composición y comportamiento de los pigmentos y compuestos volátiles durante la maduración del fruto.

VII. REFERENCIAS

- Agustí, M. (2000). Crecimiento y desarrollo del fruto. pp. 419-433. En: Azcon – Bieto, J Y M. Talón (eds.). *Fundamentos de fisiología vegetal*. McGraw – Hill/Intramericana de España, Madrid. 522 p.
- Alarcón, J. (2002). *Características citogenética y respuestas al cultivo in vitro de accesiones de Physalis peruviana L.* Tesis de posgrado. UNALM.
- Almanza, P. J. y Espinosa, C. J. (1995). "*Desarrollo morfológico y análisis físico-químico de frutos de uchuva (Physalis peruviana L). Para identificar el momento óptimo de cosecha*". Tesis de posgrado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, vol. Especialista en frutales en clima frío (pp. 83), Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Almanza, P. J. y Fischer, G. (1993). "Nuevas Tecnologías de la uchuva (*Physalis peruviana L.*)". En *Agro-Desarrollo* 4(1-2), pp. 292-304.
- AMPEX Asociación Macroregional de Productores para la exportación (2008). *Perfil de Mercado Aguaymanto*. Lambayeque - Perú. 46 p.
- Angulo, R.; C, Boyacá; A. Cooman; D. Gomez y C. Torre. (2005). Resultados – Investigaciones CIAA. pp. 70-77. En: *Angulo, R.* (ed). *Uchuva – El cultivo*. Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 78 p.
- A.O.A.C. (2000). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15 522 ed. EEUU. Association of Official Analytical Chemists.
- A.O.A.C. (1995). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 16th Ed., AOAC International, Washington, USA., Pages: 1141.

- Barbosa, G., Fernández, A., Stella J., Tapia, M., López, A. y Chanes, J. (2003). Handling and preservation of fruits and vegetables by combined methods for rural areas. Roma: *Agriculture Organization of the United Nations*. 99 p. (Technical Manual FAO Agricultural Services Bulletin, no. 149).
- Arteaga, H. y León, J. (2015). Estimación de modelos de regresión entre el color y las propiedades fisicoquímicas del aguaymanto (*Physalis peruviana* L). *Tecnología de desarrollo*. pp. 35-40. Universidad Cesar Vallejo.
- Benavides P.E. y 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.
- Brand– Williams, W., Cuvelier, E. y Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate Antioxidant Activity Lebensm. *Wiss. U. Technol.* 28:25-30.
- Brito, D. (2002). Producción de uvilla para exportación. *Agroexportacion de productos no tradicionales: Fundación Aliñambi*. (p.10) Quito, Ecuador
- Botero, A. (2008). Aplicación de la Ingeniería de Matrices en el desarrollo de la empresa mínimamente procesada fortificada con calcio y vitaminas C y E. Facultad de química farmacéutica, vol. *Magíster en ciencias farmacéuticas énfasis en alimentos* (pp. 185). Medellín: Universidad de Antioquía.
- Castañeda, G. E. Y Paredes, R. I. (2003). *Estudio del proceso respiratorio, principales acidos organicos, azucares y algunos cambios fisico-quimicos en el desarrollo del fruto de uchuva (Physalis Peruviana L.)*. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 92 p.

- Chitarra, MIF., Chitarra, AB. (2005). Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manejo. *Lavras: ESAL-FAEPE*, 785 p.
- Ciro, H., Buitrago, O. y Pérez, S. (2007). Estudio preliminar de la resistencia mecánica a la fractura y fuerza de firmeza para la fruta de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 60 (1), 3785-3796.
- Ciro H. y Osorio, J. (2008). Avance experimental de la ingeniería de postcosecha de frutas colombianas: resistencia mecánica para frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.), *Dyna*, 2008. 75 (154), 39-46.
- Comunidad Andina, Frutas y Hortalizas Andinas para el Mundo Disponible en: www.comunidadandina.org Consultada el 14 de marzo del 2004.
- Dos Santos, R.S., Arge, L.W.P., Costa, S. I., Machado, N.D., de MelloFarias, P.C.; Rombaldi, C.V. and de Oliveira, A.C. (2015). Genetic regulation and the impact of omics in fruit ripening. *Plant Omics*. 8(2):78-88.
- Duque, A., Giraldo, G., y Quintero, V. (2011). Caracterización de la fruta, Pulpa y concentrado de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *TEMAS agrarios – Vol. 16(1)* enero – Junio pp 75-83. Universidad del Quindío. Armenia, Colombia.
- Duque, C., Mayorca, H. y Knapp, H. (2005). Estudios sobre el delicado aroma de uchuva (*Physalis peruviana* L.) y algunos de sus precursores de tipo glucosídico. *El Aroma frutal de Colombia*. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.
- Encina, C. y Ureña, M. (2007). Determinación de la máxima retención de ácido ascórbico de la conserva de Aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) en almíbar aplicando el método Taguchi. *Anales científicos*. 68 (3), 32 – 38.

- Fischer G., Ebert G. y Lüdders P. (2007). Production, seeds and carbohydrate contents of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruits grown at two contrasting Colombian altitudes. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 81 (1), 29-35.
- Fischer, G. (1995). *Effect of root zone temperatura and tropical altitude on the growth, development and fruit quality of cape gooseberry (Physalis peruviana L.)* Tesis de doctorado. Universidad de Humboldt, Berlín. 171 p.
- Fischer, G. (2005). *El problema del rajado del fruto de la uchuva y su posible control*. Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Fischer G., Ebert G. y Lüdders P. (2000). Provitamin A carotenoids, organic acids and ascorbic acid content of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) ecotypes grown at two tropical altitudes, *Acta Horticulturae*. 531, 263-267.
- Fischer G. y Martínez O. (1999). Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. *Agronomía Colombiana*. 16(1-3), 35-39.
- Fischer G., Herrera A. y Almanza, P.J. (2011). Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) En: Yahia, E.M. (ed.) *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits*. Vol. 2. Acai to citrus. *Woodhead Publishing, Oxford*, U.K. pp. 374-396.
- Fischer G. y Orduz, J. O. (2012). Ecofisiología en los frutales. En: Fischer, G. (ed.). *Manual para el cultivo de frutales en el trópico*. ProduMedios, Bogotá. pp. 54-72.

- Galotto, M. J. (2010). *Medida de color de los alimentos. Propiedades físicas y estructurales de los alimentos*. Universidad de Santiago de Chile. Facultad Tecnológica. Programa de Doctorados de Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- Galvis, J. A., Fischer, G. y Gordillo, O. (2005). *Cosecha y poscosecha de la uchuva*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. pp. 165-190.
- Gamarra, (2003). *Extracción de betaninas de las semillas de ayrampo (Opuntia sochrensi Briton & Rose), evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de los extractos*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. UNALM. Lima-Perú. 115p
- Garcia, M. C. y Lozano A. (2008). *Contribución al estudio fotoquímico y farmacológico de los cálices de Physalis peruviana L.* Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia.
- Gil, G. (2004). *“Fruticultura: Madurez de la Fruta y Manejo Poscosecha”*. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago – Chile. Segunda Edición.
- Hamid, A., Aiyelaagbe, O., Usman, L., Ameen, O. y Lawal A. (2010). Antioxidants: Its medicinal and pharmacological applications .Afri j Chen. 4(8): 142- 151.
- Hernandez-Hernandez E, Ponce-Alquicira E, Jaramillo Flores ME, Guerrero-Legarreta. (2009). Antioxidant effect Rosemary (*Rosmarius officinalis* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) extracts on TBRS and colour of model raw pork batters. Meat Sci.81:410-417.
- Herrera, A. (2000). Manejo poscosecha. pp. 109-127. En: Flórez, V,J.; G. Fischer y A.D. Sora (eds.). *Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis*

- peruviana* L.). Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia de Normas, Bogotá.
175p.
- Ibañez, V. (2002). *Métodos estadísticos*. Editorial Universitaria. Puno, Perú.
- ICONTEC (1999). Frutas frescas Uchuva Especificaciones. Norma Técnica Colombiana NTC 4580. Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Bogotá. Colombia.
- Jurado. B., Aparcana A., Aparcana. I., Villarreal. L., Ramos. E., Calixto. M., Hurtado. P. y Acosta. K. (2016). Evaluación del contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) de diferentes lugares del Perú. *Revista Sociedad Química del Perú*. Vol.82
- Kays, S. (2004). Postharvest physiology of perishable plant products. Exon Press, Georgia. 532 p
- 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*. Vol. 8 (núm. 1) pp 61-68.
- López, Y., Vega, A., Torres, M. J., Lemus, R., y Quispe, I. (2013). Effect of dehydration temperature on physico-chemical properties and antioxidant capacity of goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *Chilean Journal of Agricultural Research*. 73 (3). 293 – 301.
- Luna G. I. y Aguilar S. L. (2011). *Conservación de los Alimentos y Predicción de su vida útil*. Primera Edición. Puno – Perú. 95p.
- Marín, Z. (2009). Viabilidad de desarrollo de uchuva (*Physalis peruviana* L.) mínimamente procesada enriquecida con microorganismos probióticos a partir de

- la Ingeniería de Matrices. Facultad de Ciencias Agropecuarias, *vol. Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos* (pp. 152). Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Materano W., Zambrano J., Valera A., Quintero I., Alvarez R. y Maffei M. (2004). Efecto del escaldado en lechosa (*Carica papaya* L.) con mínimo procesamiento. *Revista Facultad Agronomía*.
- Medina, O. (2008). Comparación de la composición y capacidad antioxidante de algunos cereales y pseudocereales. “Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos”. Bogotá-Colombia.
- Medina, G. (2006). *Determinación del potencial nutritivo y nutraceutico de dos ecotipos de uvilla (Physalis peruviana L.) y granadilla (Passiflora ligularis L.)*. Tesis de Doctora en Bioquímica y Farmacia. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba, EC.
- Mendoza, J., Rodriguez, A. y Millan, P. (2012). Caracterización de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la región de Silvia Cauca. *Bioteconología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*. Vol 10. pp. 188-196. Universidad del Valle. Cali. Colombia.
- Monar, V. (2014). *Determinación de la composición química y capacidad antioxidante de dos variedades de oca (Oxalis tuberosa Mol): Bola kamusa y lluch'u oqa*. Tesis para la obtención del título de Ingeniero de Alimentos. UTE. Quito. Ecuador.
- Morales, A. (2008). :”Fruto terapia, nutrición y salud. Colombia” eco ediciones. National Research Council. 1989. "Goldenberry (*Cape gooseberry*)", en Lost crops of the Incas. *National Academy Press*, Washington, D.C. págs. 241-251.

- Moure, A., Cruz, J. M., Franco, D., Dominguez, J., Sineiro, J., Dominguez, H., Parajo, J. C. (2001). Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, 145-171.
- Nieto, V. A. (2010). *Estudio sobre el comportamiento del fruto de Uvilla (Physalis peruviana), en el Cantón Cevallos de la provincia de Tunguragua*. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos – Ecuador. 119p.
- Novoa R., Bojaca M., Galvis J. y Fischer, G. (2006). La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva, almacenada a 12 °C (*Physalis peruviana* L.). *Agronomía Colombiana*. 24(1), 77-86.
- Pantástico, E. (1981). *Fisiología de post-recolección*. Vol. 1. Ed. Limusa S.A. México. pp. 812-815.
- 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 de pre grado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno.
- Puella, M. (2002). *Caracterización y evaluación productiva del capulí (Physalis peruviana) en condiciones de Wayllapampa a 2450 m.s.n.m"*. TESIS UNSCH. Facultad de Agronomía.
- Puente, L., Pinto, C., Castro, E. y Cortez, M. (2011). *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit. *Food Research International*, 44 (2011) 1733–1740.
- Repo de Carrasco R. & Encina, C. R. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Rev. Soc. Quím. Perú*, 74 (2), 108-124.

- Restrepo, A. (2008). Nuevas perspectivas de consumo de frutas: Uchuva (*Physalis peruviana* L.) y Fresa (*Fragaria vesca* L.) mínimamente procesadas con vitamina E. Facultad de Ciencias Agropecuarias, vol. *Magíster en ciencia y tecnología de alimentos* (pp. 107). Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez, M. (2003). *Estudio de la conservación de la uchuva (Physalis peruviana L.) utilizando los métodos de atmosfera modificada, refrigeración y encerado*. Trabajo de grado Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogota. 123 p.
- Rojas, A. (2013): "Fondo de protección ambiental". Ministerio de medio ambiente, Gobierno de Chile.
- Oliveira. S., Goncalves, F., Correia, P. y Guine, C. (2016). Propiedades físicas del *Physalis peruviana* L. Agricultura abierta vol:1 pp (55-59). Instituto Politécnico de Viseu. Portugal.
- Sánchez-Moreno, C. (2002). Review: Methods used to Evaluate the Free radical Scavenging. Actyvity in food and Biological Systems.
- Shi, H., Noguchi, N. y Niky, E. (2001). Natural antioxidants. In.: Pokorny, J., Yamishlieva, N., Gordon, M. (Eds). Antioxidants in food practical application CRP press, Cambridge, UK, pp. 147-148.
- SUNAT, (2006). Perú – Exportaciones de Aguaymanto y sus derivados según tipo de presentación.
- Tapia, M. E. (2000). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe Santiago, Chile.

- Tememoche, C. (2003). *Evaluación de algunas características funcionales de 30 clones de mashua*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias alimentarias. UNALAM. Lima-Perú. 147 p.
- Thompson, A. (1998). Tecnología post-cosecha de frutas y hortalizas. Convenio SENA-Reino Unido, Colombia. p. 48-51.
- Velásquez, T y Mestanza, R. (2003). Cultivo del tomatito nativo, tomatillo, uvilla o aguaymanto. *Revista Innovación Agraria*. INIA Cajamarca. Cajamarca, Perú.
- Veliz, N. y Espinoza, C. (2010). Evaluación del contenido de vitamina C, β -caroteno y actividad de antioxidantes totales en la pulpa estabilizada de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). *Prospectiva Universitaria*. Perú.
- Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas y Fernandez Lopez J,, Perez-Alvarez J (2006). Antifungal activities of thyme, clove and oregano essential oils. *J Food Safety*. 27:91-1p1.
- Williamson, G. A. (2000). Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *The journal nutrition*, 2073-2085.

ANEXOS

ANEXO A

Cada repeticion cuenta de 5 frutos de aguaymanto.

Tabla A.1. Resultados de la evaluacion de color en tres estados de madurez comercial.

		Repetición 1					Repetición 2					Repetición 3				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
EM1	a*	8.0	4.8	9.3	13.2	8.2	5.5	9.0	4.9	10.4	13.1	8.4	3.2	10.1	10.3	9.8
	b*	30.9	17.5	39.6	32.8	25.5	35.2	21.9	28.3	29.7	36.8	21.0	30.1	32.3	35.6	29.1
	L*	51.1	44.1	52.1	49.1	47.3	56.7	48.6	54.0	54.5	54.4	46.4	49.6	50.3	55.8	56.6
	H*	75.4	74.6	76.7	67.9	71.9	81.0	67.7	86.0	70.6	70.4	68.0	83.8	72.6	73.8	71.2
	C*	32.0	18.2	40.7	35.4	26.8	35.7	23.7	28.4	31.4	39.0	22.6	30.6	33.9	37.1	30.7
EM2	a*	17.4	15.8	19.6	17.5	19.2	17.8	17.2	12.7	17.4	18.0	9.4	19.7	18.0	18.5	20.7
	b*	43.0	39.0	40.4	43.7	44.3	46.7	39.3	40.4	37.6	40.3	39.7	42.3	37.6	44.3	39.4
	L*	72.2	70.9	60.8	62.4	65.9	69.1	69.2	63.3	68.0	64.5	71.6	68.3	64.6	64.0	64.5
	H*	67.9	67.9	64.0	68.8	66.4	69.0	66.2	72.5	65.1	65.9	76.6	64.9	64.4	67.3	62.3
	C*	42.2	38.4	46.2	38.3	29.9	43.8	36.1	44.8	25.7	28.4	38.2	38.3	50.2	40.5	30.9
EM3	a*	21.9	20.0	22.2	20.1	15.7	21.5	18.5	22.5	16.9	15.3	17.1	17.5	21.9	19.1	17.8
	b*	36.1	32.8	40.5	32.6	25.4	38.2	31.0	38.8	19.4	23.9	34.2	34.1	45.1	35.7	25.3
	L*	57.0	54.6	60.6	57.2	49.3	61.6	49.6	59.0	49.5	50.3	53.4	56.0	59.4	57.9	53.4
	H*	58.7	58.5	61.2	58.2	58.1	60.5	59.1	59.8	49.0	57.2	63.3	62.8	64.0	61.8	54.8
	C*	46.4	42.1	44.0	47.1	48.3	50.0	42.9	42.4	41.5	44.2	40.8	46.7	41.7	48.0	44.5

EM1: Estado de madurez comercial 1.

EM2: Estado de madurez comercial 2.

EM3: Estado de madurez comercial 3.

Tabla A.2. Resultados de la evaluación de características físicas del aguaymanto en tres estados de madurez comercial

		Repetición 1					Repetición 2					Repetición 3				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
EM1	Calibre (mm)	19	20	22	21	21	16.5	19	20	22	20	19	19	21	21	22
	Peso (gr)	3.22	4.72	5.40	4.84	4.82	2.86	3.88	4.69	5.59	4.71	3.22	3.01	4.35	4.36	5.13
	Firmeza (lb-f)	2.90	3.10	3.26	3.14	3.08	2.89	2.95	2.98	3.61	2.84	2.45	2.65	2.83	2.70	2.65
EM2	Calibre (mm)	19	18	21	23	22	20	19	22	19	22	19	20	19	20	20
	Peso (gr)	3.42	3.05	5.01	6.15	5.44	3.93	3.22	4.71	3.1	5.49	3.74	4.85	3.81	4.85	4.94
	Firmeza (lb-f)	2.20	2.38	1.91	1.84	1.78	3.01	3.15	2.95	3.05	2.92	2.73	2.05	2.67	2.87	2.76
EM3	Calibre (mm)	23	22	22	22	20.5	22	21.5	22	21	23	21	25	23	22	20
	Peso (gr)	6.9	6.25	5.65	5.99	4.67	6.1	5.62	6.05	5.68	7.12	4.9	8.1	6.55	5.66	4.2
	Firmeza (lb-f)	1.27	1.92	1.94	1.93	2.01	1.92	1.98	2.03	2.01	1.33	1.33	1.20	2.14	1.41	1.96

EM1: Estado de madurez comercial 1.

EM2: Estado de madurez comercial 2.

EM3: Estado de madurez comercial 3.

Tabla A.3. Resultados de las características químicas de tres estados de madurez comercial.

		Repetición 1					Repetición 2					Repetición 3				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
EM1	°Brix	12.8	10.5	10.1	10.3	13	10.2	11.7	9.7	10.2	11.5	11.9	10.7	12.6	11.9	10.9
	pH	4.1	3.8	3.7	3.9	4.6	4.1	4.4	3.5	4.1	4.6	4.5	4	4.6	4.4	4.2
	Acidez (%)	1.34	1.73	1.66	1.86	1.15	2.30	1.28	1.79	1.47	1.66	1.79	2.05	1.86	1.54	1.79
	I.M.	9.52	6.08	6.07	5.55	11.29	4.43	9.14	5.41	6.93	6.91	6.64	5.22	6.79	7.75	6.08
EM2	°Brix	11.8	12	12.7	11.8	14.2	11.9	11.7	11.9	12	12.4	12	13.1	12.5	12.2	13.4
	pH	4.7	4.5	4.4	4.3	4.4	4.5	4.5	4.3	4.6	4.4	4.5	4.6	4.5	4.4	4.4
	Acidez (%)	1.41	1.73	1.86	2.05	1.86	1.79	1.66	1.73	1.47	1.86	1.15	1.66	1.66	1.79	1.41
	I.M.	8.38	6.94	6.84	5.76	7.65	6.64	7.03	6.89	8.15	6.68	10.42	7.87	7.51	6.81	9.52
EM3	°Brix	13.4	12.3	13	12.2	12.2	12.7	12.3	13.6	13	12.1	15.4	12.4	12.7	11.6	15.5
	pH	4.6	5.1	4.8	5.2	4.8	4.9	4.9	4.5	4.6	4.7	4.6	4.6	4.6	4.8	4.5
	Acidez (%)	1.41	1.22	1.54	1.28	1.22	1.22	1.22	0.90	1.02	1.02	1.15	1.31	1.41	1.47	1.02
	I.M.	9.52	10.12	8.46	9.53	10.03	10.44	10.12	15.18	12.70	11.82	13.37	9.45	9.02	7.88	15.14

EM1: Estado de madurez comercial 1.

EM2: Estado de madurez comercial 2.

EM3: Estado de madurez comercial 3.

Tabla A.4. Resultados de la capacidad antioxidante en tres estados de madurez comercial del aguaymanto.

Capacidad Antioxidante (Trolox C150 µmol/100gr)					
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Repetición 4	Repetición 5
EM1	376.75	376.707	376.754	376.703	376.965
EM2	377.277	377.087	377.181	377.174	377.135
EM3	376.744	376.752	376.707	376.707	376.695

EM1: estados de madurez comercial 1

EM2: estados de madurez comercial 2

EM3: Estado de madurez comercial 3

Tabla A.5. Resumen de resultados promedios de características fisicoquímicas.

Estado de madurez	Repeticiones	H*	C*	Calibre (mm)	Peso (gr)	Firmeza (lb-f)	SS (°Brix)	pH	Acidez Titulable (%)	Índice de Madurez
EM1	R1	73.3	30.6	21	4.60	3.10	11.3	4.0	1.55	7.29
	R2	75.1	31.6	19.5	4.35	3.05	10.7	4.1	1.70	6.26
	R3	73.9	31.0	20	4.01	2.66	11.6	4.3	1.80	6.44
EM2	R1	67.0	39.0	21	4.61	2.02	12.5	4.5	1.78	7.03
	R2	67.7	35.8	20	4.09	3.02	12.0	4.5	1.70	7.05
	R3	67.1	39.6	20	4.57	2.62	12.6	4.5	1.54	8.21
EM3	R1	58.9	45.6	22	5.89	1.81	12.6	4.9	1.33	9.48
	R2	57.1	44.2	22	6.11	1.85	12.7	4.7	1.08	11.81
	R3	61.3	44.3	22	5.88	1.61	13.5	4.6	1.27	10.62

EM1: Estado de madurez comercial 1.

EM2: Estado de madurez comercial 2.

EM3: Estado de madurez comercial 3.

Tabla A.6. Clasificación del fruto de aguaymanto de acuerdo con su color, según la Norma Técnica Colombiana NTC 4580.

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

ANEXO B

Tabla B.1. Análisis de varianza (ANVA) para el croma (C*) en los tres estados de madurez comercial.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	SIG.
Estado de madurez	2	278.63182	139.31591	81.76	<.0001	**
Error	6	10.223467	1.7039111			
Total	8	288.85529				
		CV=3.438%	$\bar{X} = 37.969$			

Tabla N° B.2. Análisis de varianza (ANVA) para la Variación del Angulo de Tono (Hue*) en los tres estados de madurez comercial.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	SIG.
Estado de madurez	2	337.1722667	168.5861333	91.52	<.0001	**
Error	6	11.0525333	1.8420889			
Total	8	348.2248000				
		CV=2.031%	$\bar{X} = 66.840$			

Tabla N° B.3. Análisis de varianza (ANVA) para el peso en los tres estados de madurez comercial.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	SIG.
Estado de madurez	2	5.06162222	2.5308111	40.31	0.0003	**
Error	6	0.37666667	0.0627778			
Total	8	5.43828889				
		CV=5.112%	$\bar{X} = 4.901$			

Tabla N° B.4. Análisis de varianza (ANVA) para el calibre en los tres estados de madurez comercial.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	SIG.
Estado de madurez	2	6.60222222	3.30111111	15.16	0.0045	**
Error	6	1.30666667	0.21777778			
Total	8	7.90888889				
		CV=2.245%	$\bar{X} = 20.7889$			

Tabla N° B.5. Análisis de varianza (ANVA) para la Firmeza

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	SIG.
Estado de madurez	2	2.1740222	1.0870111	9.95	0.0124	*
Error	6	0.6558000	0.1093000			
Total	8	2.8298222				
		CV=13.687%	$\bar{X} = 2.416$			

Tabla N° B.6. Análisis de varianza (ANVA) para los sólidos solubles totales (°Brix) en los tres estados de madurez comercial.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	SIG.
Estado de madurez	2	4.8970667	2.4485333	12.44	0.0073	**
Error	6	1.1805333	0.1967556			
Total	8	6.0776000				
		CV=3.644%	$\bar{X} = 12.173$			

Tabla N° B.7. Análisis de varianza (ANVA) para el pH en los tres estados de madurez comercial.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	SIG.
Estado de madurez	2	0.5469556	0.2734778	19.67	0.0023	**
Error	6	0.0834000	0.0139000			
Total	8	0.6303556				
		CV=2.648%	$\bar{X} = 4.452$			

Tabla N° B.8. Análisis de varianza (ANVA) para la acidez titulable en los tres estados de madurez comercial.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	SIG.
Estado de madurez	2	0.4081556	0.2040778	12.81	0.0068	**
Error	6	0.0956000	0.0159333			
Total	8	0.5037556				
		CV=8.262%	$\bar{X} = 1.528$			

Tabla N° B.9. Análisis de varianza (ANVA) para el índice de madurez en los tres estados de madurez comercial.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	SIG.
Estado de madurez	2	26.6578667	13.328933	18.89	0.0026	**
Error	6	4.2329333	0.7054889			
Total	8	30.8908000				
		CV=10.189%	$\bar{X} = 8.243$			

Tabla B.10. Análisis de Varianza (ANVA) para la capacidad antioxidante.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F	SIG.
Estado de madurez	2	0.6022468	0.3011234	52.20	<.0001	**
Error	12	0.0692256	0.0057688			
Total	14	0.6714724				
		CV=0.020%	$\bar{X} = 376.8892$			

ANEXO C

PANEL FOTOGRAFICO



Figura C.1. Aguaymanto separados según el color de su cáliz



Figura C.2. Bandejas con fruto de aguaymanto sin cáliz, lavado y desinfectado.

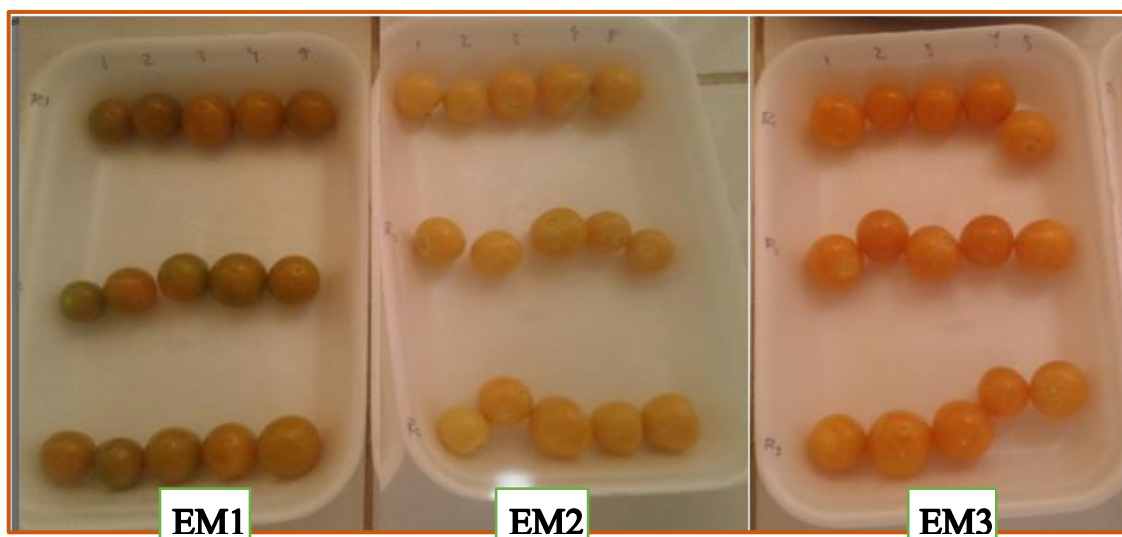


Figura C.3. Clasificación de aguaymanto por tres estados de madurez comercial para realizar los respectivos análisis.



Figura C.4. Análisis físicos y fisicoquímicos a los 3 estados de madurez comercial.



Figura C.5. Muestra de aguaymanto para el analisis de capacidad antioxidante.



Figura C.6. Extraccion con Etanol al 96%.



Figura C.7. Preparación del radical DPPH.



Figura C.8. Preparación de los Tubos de ensayo con muestra de aguaymanto mas DPPH.



Figura C.9. Espectofotometro.

ANEXO D

Anexo D.1. Resultados de la capacidad antioxidante.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CROMATOGRÁFIA Y ESPECTROMETRÍA – Pabellón de Control de Calidad
AV. De la Cultura 733 CUSCO-PERÚ Contacto 973868855RESULTADOS

Cusco 20 de Agosto del 2018

Solicitantes : Thalia Danitza Tapia Quispe
Tipo de Análisis : Actividad Antioxidante
Metodo : DPPH.
Tipo de Muestras : Frutos de Aguaymanto en diferentes estadios de madurez
Cantidad de Muestra : 3 con 100g cada uno
Almacenamiento : 4 °C.

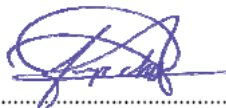
Condiciones de Análisis por Espectrofotometro

Equipo : Espectrofotometro Genesis 20 Thermo Electron
Longitud de Onda : 517 nm
Celda de Lectura : Cubetas de Vidrio de 1cm.
Ecuacion de la curva patrón : $y = 0.0506x - 0.0028$, $R^2 = 0.9963$

	Repeticiones					Promedio	
	1	2	3	4	5	Trolox CI50 mg/100gr	Trolox CI50 umol/100gr
1	94.2968	94.2859	94.2978	94.2850	94.2831	94.2897	
2	94.4287	94.3810	94.4047	94.4028	94.3931	94.4021	
3	94.2952	94.2972	94.2861	94.2861	94.2831	94.2895	
1	376.750	376.707	376.754	376.703	376.695		376.722
2	377.277	377.087	377.181	377.174	377.135		377.171
3	376.744	376.752	376.707	376.707	376.695		376.721

Nota: Los resultados obtenidos en la determinación de actividad antioxidante fue realizado por quintuplicado, expresa el Coeficiente de Inhibición al 50% (CI₅₀ o IC₅₀) en equivalentes Trolox que están presente en 100g de muestra. La metodología utilizada es de acuerdo a: (con algunas modificaciones.)

- Brand-Williams W., M. Cuvelier and C. Berset; (1997) Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, Lebensm. Wiss. U. Technol. 28, 25-30.
- Norul Liza A-Rahaman, Lee Suan Chua, Mohamad Roji Sarmidi, Ramlan Aziz (2013) Physicochemical and radical scavenging activities of honey samples from Malaysia Agricultural Sciences Vol.4, No.5B, 46-51.
- Pugliese A.G,† Francisco A. Tomas-Barberan,‡ Pilar Truchado, and Maria I. Genovese, Flavonoids, Proanthocyanidins, Vitamin C, and Antioxidant Activity of Theobroma grandiflorum (Cupuassu) Pulp and Seeds J Agric Food Chem. 2013 Mar 20;61(11):2720-8.



Quim. Jorge Choquenaira Pari
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y
 Espectrometría – UNSAAC.
 CQP - 914



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
 LABORATORIO DE TAXONOMÍA VEGETAL

CONSTANCIA

EI QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO DE TAXONOMÍA VEGETAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS DE LA U. N. A. PUNO, HACE CONSTAR QUE EL ESPECÍMEN BOTÁNICO, PUESTO A DISPOSICIÓN PERTENECE A LA ESPECIE: *Physalis peruviana* "Aguaymanto" que posee la siguiente Posición Taxonómica, según el Sistema Filogenético de Adolph Engler.

REINO	Vegetal
SUB REINO	Phanerogamae
DIVISIÓN	Angiospermae
CLASE	Dicotyledoneae
SUB CLASE	Methachlamydeae
ÓRDEN	Solanales
FAMILIA	Solanaceae
GÉNERO	Physalis
ESPECIE	<i>Physalis peruviana.</i>

SE EXPIDE LA PRESENTE CONSTANCIA A PETICIÓN ESCRITA DE LA Srta. **Thalia Danitza Tapia Quispe**, EGRESADA DE LA E P DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNA Y PARA LOS FINES QUE VIERE POR CONVENIENTE.

PUNO, C.U. 21 de agosto del 2018



[Handwritten signature]

ING. MARIO A. SOLANO LARICO
 Jefe Laboratorio Taxonomía Vegetal
 FCA. UNA. - PUNO



[Handwritten signature]
 Ing. Rosario Y. Bravo Portocarrero M.Sc
 DECANA