UNIVERSIDAD NACIONAL

"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE INGENIERIA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL

EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LA CALIDAD SENSORIAL Y CONTENIDO DE VITAMINA C DEL AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*) PRE ENFRIADO POR HIDROREFRIGERACIÓN

Tesis para optar el Título Profesional de

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Palacios Figueroa, Luis Stalin

Asesor

Ing. Ramírez Rodríguez, Jorge

HUARAZ – PERÚ

2019

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNES DE MAYOLO"
FACULTAD DE INGENIERIA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN

MODALIDAD: PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL

Los miembros del Jurado que suscriben, se reunieron en acto público para calificar la Sustentación de la Tesis presentada por el Bachiller:

PALACIOS FIGUEROA LUIS STALIN

TITULADA

"EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LA CALIDAD SENSORIAL Y CONTENIDO DE VITAMINA C DEL AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*) PRE ENFRIADO POR HIDROREFRIGERACIÓN".

Después de haber escuchado el informe y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declararon **APTO** para optar el TÍTULO PROFESIONAL con el calificativo de: APROBADO CON LA NOTA DE **CATORCE** **(14)**

En consecuencia, el sustentante de acuerdo a la Ley Universitaria y las normas estatuarias queda en condición de recibir el Titulo de Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.

Huaraz, 31 de enero del 2019.

Dr. Julio A. Henostroza Torres	Dra. Norma E. Gamarra Robles	Ing. María S. Gonzales Lizarme
Presidente	Secretaria	Vocal

UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNES DE MAYOLO"
FACULTAD DE INGENIERIA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ACTA DE APROBACIÓN Y AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN Y EMPASTE DE TESIS

MODALIDAD: PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL

Los docentes – jurados que suscriben, evaluaron La tesis, presentado por:

Palacios Figueroa Luis Stalin

Titulado

"EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN LA CALIDAD SENSORIAL Y CONTENIDO DE VITAMINA C DEL AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*) PRE ENFRIADO POR HIDROREFRIGERACIÓN".

Después de la revisión correspondiente y luego de haber constatado el levantamiento de las observaciones, dan la conformidad de aprobación del informe de la tesis y se acordó autorizar la impresión y empaste de los respectivos ejemplares.

Huaraz, 25 de octubre del 2022.

Dr. Julio A. Henostroza Torres	Dra. Norma E. Gamarra Robles	Ing. María S. Gonzales Lizarme
Presidente	Secretaria	Vocal

DEDICATORIA

Esta Tesis se la dedico a Dios y a la Virgen María quienes supieron guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder la dignidad ni desfallecer en el intento

A mi familia quienes me apoyaron en todo momento, los cuales me supieron dar un consejo, compresión, amor y ayuda en los momentos difíciles, agradezco mucho a mis padres por darme los recursos necesarios para seguir adelante con mis estudios y me ha dado todo lo que soy como persona, mis valores mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen María por permitirme desarrollar esta investigación de manera exitosa

A la Escuela de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo por el acceso para la ejecución de mi tesis

A mi familia por haberme dado todo su apoyo en los momentos que necesitaba

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

INDICE GENERAL

	Pag.
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	IX
ÍNDICE DE ANEXOS	X
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. ANTECEDENTES	3
2.2. BASES TEÓRICAS	4
2.2.1. El Aguaymanto	5
2.2.1.1. Taxonomía	7
2.2.1.2. Descripción Botánica	8
2.2.1.2. Morfología	9
2.2.1.4. Labores de Post cosecha	11
2.2.1.5. Plagas y Enfermedades.	12
2.2.1.6. Composición Físico - Química y Nutricional	12
2.2.1.7. Propiedades del Aguaymanto	14
2.2.1.8. Industrialización del Aguaymanto	15
2.2.1.9. Pre enfriamiento por Hidrorefrigeración	16
2.2.2. Vitamina C	17
2.2.2.1. Oxidación de la Vitamina C	19
2.2.2.2. Técnicas de determinación de la vitamina C	23

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.2.2.2.1. Espectrometría UV-VIS 24

2.2.2.2.2. Cromatografía líquida. 27

2.2.2.2.3. Métodos de determinación directa 34

2.2.2.2.4. Métodos de determinación indirecta 38

2.2.3. Análisis sensorial de alimentos. 40

2.2.3.1 Sentidos. 41

2.2.3.1.1. Sentido de la vista. 41

2.2.3.1.2. Sentido de la audición 41

2.2.3.1.3. Sentido del gusto 42

2.2.3.1.4. Sentido del olfato. 43

2.2.3.1.5. Sentido del tacto. 43

2.2.3.2. Los panelistas 44

III. MATERIALES Y MÉTODOS 46

3.1. MATERIALES 46

3.1.1. Lugar de ejecución 46

3.1.2. Materia Prima 46

3.1.3. Reactivos e Insumos 46

3.1.4. Equipos 47

3.1.5. Otros. 47

3.2. MÉTODOS 47

3.2.1. Diseño Experimental 47

3.2.1.1. ETAPA I: Caracterización de la materia prima 47

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

3.2.1.2. ETAPA II: Determinación de la temperatura de preenfriamiento por hidrorefrigeración así como la temperatura y tiempo óptimo de almacenamiento 49

3.2.1.2.1. Trabajos de laboratorio 50

3.2.1.2.2. Análisis sensorial 50

3.2.2. Diseño Estadístico 51

3.2.3. ETAPA III: Evaluación de las caracteristicas fisico - quimicas del aguaymanto en el tratamiento óptimo 55

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 57

4.1. ETAPA I: Caracterización de la materia prima: aguaymanto 57

4.1.1. Características físico - químicas: 57

4.1.1.1. Medidas Biométricas 57

4.1.1.2. Análisis de vitamina C 58

4.1.1.3. Análisis químico - Proximal del aguaymanto. 58

4.2. ETAPA II: Determinación de la temperatura de preenfriamiento por hidrorefrigeración, así como la temperatura y tiempo óptimo de almacenamiento que genere la mejor calidad sensorial y conservación de la vitamina C del Aguaymanto. 60

4.2.1. Pruebas Preliminares 60

4.2.2. Análisis estadístico 62

4.2.2.1. Análisis de Resultados. 64

4.3. ETAPA III: Evaluación de las características físico - químicas del aguaymanto del tratamiento óptimo. 72

4.3.1. Medidas Biométricas 72

4.3.2. Análisis de Vitamina C, tratamiento óptimo 73

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.3.3. Análisis químico - proximal del aguaymanto, tratamiento óptimo 74

V. CONCLUSIONES 76

5.1. Conclusión general 76

5.2. Conclusiones especificas 76

VI. RECOMENDACIONES. 78

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 79

VIII. ANEXOS 89

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

ÍNDICE DE TABLAS

Nro	……	Pág.
01	Taxonomía del fruto Physalis peruviana……....	8
02	Condiciones de cultivo de Physalis peruviana……...	11
03	Contenido nutricional del aguaymanto (Physalis Peruviana) por 100 g de parte comestible……..	12
04	Caracterización físico - química del fruto Physalis peruviana L……	14
05	Contenido de compuestos bioactivos de Physalis Peruviana L……..	15
06	Características de los distintos tipos de columnas……..	31
07	Tipos de detectores para HPLC……..	33
08	Etapas del diseño experimental……..	53
09	Diseño de Box-Behnken…….	55
10	Promedio de las medidas biométricas del aguaymanto……..	57
11	Análisis de Vitamina C, materia prima……..	58
12	Análisis físico - químico proximal de la materia prima…….	59
13	Resumen del análisis sensorial con los promedios de los resultados obtenidos……	63
14	Análisis de Varianza……..	64
15	Coeficientes Codificados……	65
16	Promedio de las medidas biométricas del aguaymanto, tratamiento óptimo.	72
17	Análisis de Vitamina C, tratamiento óptimo……..	73
18	Análisis físico - químico proximal del aguaymanto, tratamiento óptimo…..	74

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nro	…….....	Pag
01	Vitaminas y nutrimentos inorgánicos……...	18
02	Degradación del ácido ascórbico…….....	22
03	Espectro electromagnético……	24
04	Diseño de Espectrómetros de haz sencillo (A) y de doble haz (B)….....	26
05	Diagrama de la estructura de un equipo de HPLC……...	28
06	Estructura molecular del Trolox……...	34
07	Ejemplo de resultados que muestra la superposición de los espectros de radical ABTS++ y antocianos desueltos en etanol……...	36
08	Diagrama de flujo para la conservación del aguaymanto por hidrorefrigeración ……	50
09	Diagrama de flujo del proceso para la conservación del aguaymanto por hidrorefrigeración ……..	62
10	Gráfica de efectos principales para la aceptabilidad……	66
11	Gráfica de interacción para la aceptabilidad…….	67
12	Gráfica de interacción para la aceptabilidad (pre enfriamiento y almacenamiento)……...	67
13	Gráfica de interacción para la aceptabilidad (pre enfriamiento y tiempo)…….. .	68
14	Gráfica de interacción para la aceptabilidad (almacenamiento y tiempo)……..	68
15	Gráfica de superficie de Aceptabilidad vs Almacenamiento…….....	69
16	Gráfica de optimización del resultado……..	70

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pag
Anexo N° 01: INFORME DE ENSAYOS N° 000737 – 2015	89
Anexo N° 02: INFORME DE ENSAYOS N° 000786 - 2015	91
Anexo N° 03: Cuadro de resultados del mejor tratamiento	93
Anexo N°04: Test Perfil de Características	94
Anexo N°05: Resultados del análisis sensorial - Aroma	95
Anexo N°06: Resultados del análisis sensorial - Sabor	96
Anexo N°07: Resultados del análisis sensorial - Textura	97
Anexo N°08: Resultados del análisis sensorial – Apariencia	98
Anexo N°09: Resultados del análisis sensorial – Color	99
Anexo N°10: Resultados del análisis sensorial – Consolidado	100
Anexo N°11: Fotos	101

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo, evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en la calidad sensorial y contenido de vitamina C del aguaymanto (*Physalis peruviana*) pre enfriado por hidrorefrigeración, y almacenada en refrigeración. Con este estudio se ofrece un producto que garantice su calidad, valor nutritivo, de consumo inmediato y que quite la incertidumbre que genera el capuchón del fruto por desconocer la calidad del fruto que envuelve, y así prolongar la vida útil del aguaymanto sin la protección del capuchón.

Utilizan tres factores, las que son temperatura de pre-enfriamiento, temperatura de almacenamiento y tiempo de almacenamiento en cada uno de los tratamientos. Siguiendo un diseño experimental de metodología de superficie de respuesta y un diseño estadístico de Box-Behnken.

Concluye que la mejor temperatura de pre-enfriamiento y de almacenamiento son 10 °C y 2 °C respectivamente para conservar las características sensoriales y el nivel de vitamina C durante un tiempo de 20 días pre establecido en el estudio. Los factores son significativos en un análisis de superficie de respuesta y la combinación de estos tres factores nos permite pronosticar aproximadamente un 91.22% de los puntos, modelo generado tiene un buen ajuste.

Palabras Claves: Aguaymanto, Hidrorefrigeración, pre-enfriamiento.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

SUMMARY

The objective of the present work was to evaluate the effect of temperature and storage time on sensory quality and with the vitamin C content of aguaymanto (Physalis peruviana) pre cooled by hydrocooling, which was stored in refrigeration. This study aims to provide society with a product that guarantee its quality, health, nutritional value, immediate consumption and remove the uncertainty generated by the cap of the fruit because it does not know the quality of fruit that surrounds this. And thus prolong the life of the aguaymanto without the protection of the cap.

Three factors are used, which are pre-cooling temperature, storage temperature and storage time in each of the treatments. Following an experimental design of response surface methodology and a statistical design of Box-Behnken

It concludes that the best pre-cooling and storage temperatures are 10 °C and 2 °C, respectively, to preserve the sensory characteristics and the level of vitamin C for a period of 20 days pre-established in the study. The three factors are significant in a response surface analysis and the combination of these three factors allows us to predict approximately 91.22% of the points, the generated model has a good fit.

Key words: Aguaymanto, Hydrorefrigeration, pre-cooling.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

I. INTRODUCCIÓN.

El aguaymanto es un fruto nativo silvestre cultivado desde épocas prehispánicas y de mucha aceptación por la población andina; este fruto es muy importante debido a los altos contenidos de vitamina A, vitamina C, hierro y fósforo, indispensable en la dieta alimentaria, otro componente importante del aguaymanto es la presencia de antioxidantes como el caroteno, poli fenoles de importancia en la salud humana y la pectina importante en la industria alimentaria. Estas características convierten al aguaymanto, en un gran potencial agroindustrial, con grandes oportunidades para su exportación.

En la región Ancash el cultivo de aguaymanto se está incrementando con fines de exportación, con el apoyo de ONG´s como CAREPERÚ, AMPE, es por ello la gran importancia de elaborar productos utilizando esta materia prima. De este fruto se obtiene, mermeladas, néctares, bebidas fermentadas, deshidratados etc.

En nuestra sociedad se está viendo mejorar cada día más la forma de expender los productos con mínimo proceso, y las personas quieren estar seguras de comprar un producto con sanidad y calidad garantizada, es así que se ve la necesidad de estudiar formas de conservación física, en nuestro caso por hidrorefrigeración del aguaymanto, para propiciar conservación de las características organolépticas y nutricionales del fruto. Esta fruta es ideal para niños, deportistas y estudiantes por su alto contenido de vitaminas A, C y algunas vitaminas del complejo B, así como hierro, fósforo y carbohidratos, además es utilizada como tranquilizante natural por su contenido de flavonoides. Aplicado externamente el jugo cura cataratas oculares y disminuye la albumina de los riñones (que produce la hepatitis A) además con ellos se preparan mermeladas, jugos,

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

helados, yogures, tortas y finos dulces de la repostería.

El aguaymanto se caracteriza porque sus frutos están encerrados dentro de un cáliz o capacho. El tiempo de vida del aguaymanto con capacho es de un mes mientras que sin capacho es de 4 a 5días aproximadamente. Pero en estado de refrigeración el Aguaymanto sin capacho puede llegar a durar hasta un mes y medio en condiciones óptimas de calidad.

El objetivo general de este trabajo de tesis es evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en la calidad sensorial y contenido de vitamina C del aguaymanto pre enfriado por hidrorefrigeración; para lo cual se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar física – químicamente la materia prima: Aguaymanto.
- Determinar la temperatura de pre enfriamiento por hidrorefrigeración asi como la temperatura y tiempo óptimo de almacenamiento que generen la mejor calidad sensorial y conservación de la vitamina C del aguaymanto.
- Evaluar las características físico – químicas del aguaymanto con el tratamiento óptimo.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

II. MARCO TEORICO.

2.1. ANTECEDENTES.

Ronceros et al (2008) realiza un estudio denominado Efecto de la Temperatura y Tiempo de Almacenamiento sobre la Calidad del Tomate Deshidratado, donde establece como objetivo de este estudio el evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la calidad microbiológica y sensorial de tomates deshidratados. Se determinó el contenido de humedad y actividad de agua, se realizó recuento de *Escherichia coli*, hongos y levaduras, y se evaluó la intensidad percibida en cada característica sensorial del tomate deshidratado. La información fue analizada mediante determinación de efectos, coeficientes de correlación, regresión múltiple, análisis de componentes principales y análisis de conglomerados. Los resultados indicaron una asociación importante entre hongos, levaduras y *Escherichia coli*, además de apariencia, aroma y sabor. Basado en los resultados del estudio, se concluye que el tomate deshidratado presentó características microbiológicas y sensoriales deseables a temperaturas entre 7 y 20 ºC por un tiempo de hasta 60 días.

Para Sánchez et al (2011) en su trabajo Efecto De La Temperatura Y Tiempo De Almacenamiento Sobre La Viabilidad En Semillas De Zámota (*Coursetia glandulosa*, Gray) estableciendo como objetivo el medir la viabilidad de semillas de zámota, afectadas por el tiempo de almacenamiento y evaluar el efecto de la temperatura sobre la longevidad. Se cosecharon semillas en la zona central de Sonora en el período comprendido entre los años 2004-2008 y se almacenaron durante 0,25, 1,25, 2,25, 3,25 ó

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4,25 años. Se encontraron diferencias significativas ($p<0,05$) del porcentaje de germinación (%G) de acuerdo al tiempo de almacenamiento, donde el mayor %G correspondió al tiempo de almacenamiento T1, de 0,25 años, con 96,5%G (año 2008), reduciéndose hasta 0,0 %G cuando la semilla fue almacenada durante 4,25 años (T5) (año 2004). Se concluyó que la semilla pierde viabilidad después de almacenarla 2,25 años. Un factor importante en el almacenamiento fue la temperatura, se probaron tres condiciones: ambiental (25°C), refrigeración (12°C) y congelación (- 4°C), para medir su efecto sobre la longevidad. Las semillas almacenadas a temperatura de refrigeración presentaron la mayor germinación ($p<0,05$), con 76% G, mientras que en condiciones ambientales fue de 48,8 %. La congelación afectó negativamente al embrión, ya que todas las muestras presentaron 0,0%G, concluyéndose que la temperatura de refrigeración favoreció la viabilidad de la semilla.

Meza-Velásquez et al (2013) en su estudio Aplicación De Hidroenfriamiento Y Una Cubierta De Hpmc-Parafina Para Aumentar La Vida De Anaquel De Melón Cantaloupe; se evaluó el efecto del hidroenfriamiento (HIDRO), de una película comestible a base de hidroxipropilmetilcelulosa o parafina (PEL) y de la combinación de ambos (HIPEL) sobre la pérdida de peso (PP), textura, índice de daño por frío (IDF), acidez titulable (AT), sólidos solubles (SS) y la producción (al exterior) de CO_2 y etileno; así como la concentración de CO_2, O_2 y etileno en el interior del fruto. Después de los tratamientos los frutos se almacenaron (8 °C, 20 días) y evaluaron (días 0, 4, 8, 12, 16 y 20). Los frutos de PEL tuvieron menor ($P < 0.05$) PP, AT e IDF, y mayores valores ($P < 0.05$) de textura

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

y CO_2 y etileno interno que los controles e HIDRO. Los SS, la producción de CO_2 y etileno no tuvieron diferencia ($P > 0.05$) entre ninguno de los tratamientos. El hidroenfriamiento no tuvo efecto sobre las variables medidas ($P > 0.05$). Las muestras de HIPEL tuvieron un comportamiento similar a las de PEL ($P > 0.05$). Los resultados sugieren que la aplicación de cubiertas de hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) con parafina puede aumentar la vida de anaquel de melón Cantaloupe almacenado a temperaturas de refrigeración.

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1 El Aguaymanto.

Physalis peruviana L., es una planta originaria de los Andes sudamericanos, específicamente de Perú. Posee distintas y varias denominaciones comunes, en Chile se conocen por “goldenberries” o “physalis”, en Colombia “uchuva”, en Ecuador “uvilla”, en Perú “aguaymanto”, en España “alquequenje” y en Sudáfrica “cape gooseberry”.

. Pertenece a la familia de las Solanáceas y al género *Physalis*, cuenta con más de ochenta variedades que se encuentran en estado silvestre y que se caracterizan porque sus frutos están encerrados dentro de un cáliz o cápsula. (Cruzat y Honorato, 2010)

Una planta de *physalis* puede producir cerca de 300 frutos, que son una baya jugosa en forma de globo u ovoide, tienen un diámetro variable entre 1,25 a 2,15 cm y un peso de 4 a 10 g, contiene unas 100 a 300 semillas, su piel es delgada y lustrosa y está recubierta con un cáliz de 5 sépalos que le otorga gran protección natural (Valencia, 1985).

El fruto está compuesto aproximadamente por un 70% de pulpa; 6,4% de cáliz y la semilla/cáscara, 23,6 % (Torres, 2011).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

El color característico de la uchuva se encuentra en los cromoplastos los cuales contienen carotenoides que son los pigmentos amarillo-rojizos de las frutas. Durante la maduración varía de color amarillo al ocre o amarillo a naranja y su sabor va desde ácido hasta muy agrio. (Wills et al. 1994).

La fruta presenta un comportamiento climatérico, siendo el peak a los 64 días después de la floración, y su madurez fisiológica se da en el día 56. (Alvarado et al. 2004).

El tiempo de vida de la uchuva con cáliz es de un mes, mientras que sin cáliz es de 4 a 5 días aproximadamente. En estado de refrigeración el fruto sin cáliz puede llegar a durar hasta un mes y medio en condiciones óptimas. Cedeño y Montenegro (2004)

El aguaymanto es una fruta conocida por los incas y su origen se atribuye a los valles bajos andinos de Perú y Chile. La fruta es redonda- ovoide, del tamaño de una uva grande, con piel lisa, cerácea, brillante de color amarillo-dorado-naranja; o verde según la variedad, su carne es jugosa son semillas pequeñas y suaves que pueden comerse, Cuando la flor cae el cáliz se expande, formando una especie de capuchón o vejiga muy fina que recubre a la fruta. Cuando el fruto está maduro, es dulce con un ligero sabor agrio El aguaymanto (*Physalis peruviana*) es una planta oriunda de los andes, fue introducida en Europa, donde por su vistosidad se convirtió en planta favorita de los jardines, siendo cultivada como especie ornamental. Sus frutos eran usados por los indígenas en la alimentación y también en medicina (Palacios, 1993).

El aguaymanto fue descrito por primera vez por Linnaeus en 1753. En las décadas del 40 y 50 esta planta fue descrita en Colombia por eminentes botánicos. Actualmente en la India, Sudáfrica, Nueva Zelanda y otros países han realizado estudios sobre diferentes

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

aspectos del aguaymanto, teniéndolo como un producto de gran importancia en la medicina y la alimentación humana. Igualmente, como un producto de exportación (Bernal, 1986).

La fruta es protegida por una cáscara no comestible de una textura como el papel. Las frutas son consumidas frescas o procesadas (conservas, jaleas, etc.). Tiene propiedades diuréticas, sedativas y reumáticas. Es extremadamente rico en vitamina A, con concentraciones de 3000 UI (6 veces más que los tomates) asi como la vitamina B y C. El aguaymanto tiene una sustancia similar a la insulina, razón por la que es apropiado para los diabéticos (Tapia, 2000).

El aguaymanto es una excelente fuente de vitamina C (20 - 40 mg/100g), provitamina A (3000 U.I de β – caroteno/100g) y vitaminas del complejo B. Además, la proteína (0,3 g/100g) y el fósforo (0,55mg/100g) que contiene son excepcionalmente altos para una fruta. Para obtener una conserva de fruta con la máxima retención de nutrientes y propiedades sensoriales posible, se hace necesario optimizar las operaciones del proceso donde se aplique calor buscando la mayor retención del factor de calidad más termolábil presente, que en el aguaymanto es el ácido ascórbico (Encina, 2008).

2.2.1.1 Taxonomía

La clasificación botánica del fruto *Physalis peruviana* se encuentra bien definida, y se presenta a continuación en la Tabla N° 01.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

Tabla N° 01. Taxonomía del fruto Physalis peruviana.

Reino	Especie
Tipo	Fanerógamas
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Metaclamidea
Orden	Tubiflora
Familia	Solanácea
Género	Physalis
Especie	Physalis Peruviana.

(Basoalto, 2004)

2.2.1.2 Descripción Botánica

El Aguaymanto es originario de los andes peruanos, desde donde se extendió a otros países de Sudamérica: Venezuela, Colombia, Brasil. Posteriormente fue llevado a Sudáfrica y sur-este de Asia; actualmente se le cultiva, además en Nueva Zelanda, Hawai y Francia. El Aguayamanto se desarrolla bien en zonas de clima templado cálido, con buena luminosidad, en altitudes de 2400 a 3500 m.s.n.m con temperaturas de 8 a 18°C, humedad relativa de 80 a 90% y precipitaciones promedio de 450 a 900 mm/año bien distribuidos durante el año (Sepúlveda, 1994).

Las plantas son herbáceas pequeñas, hasta 1 m de altura. El fruto es una baya esférica de 1 cm de diámetro, liso, de color amarillo (Bernal, 1986).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Respecto al suelo, debe poseer una estructura granular, textura franco-arcilloso, con un contenido de materia orgánica alto, de buen drenaje, pH de 6 a 7 y una alta capacidad de intercambio iónico (Sepúlveda, 1994).

Se reproduce en forma sexual por medio de semillas genéticas, y en forma asexual o vegetativa por estacas, acodos, acodos subterráneos, cepas y mediante el cultivo *in vitro* de tejidos, el cultivo puede ser anual o bianual (Bernal 1986).

2.2.1.3 Morfología

La *Physalis peruviana* es una planta perenne, herbácea, semiarbustiva y fuertemente ramificada, en condiciones normales puede crecer entre 1,10 y 1,50 m, pero bajo condiciones de invernadero, con podas y espaldera, puede llegar a pasar los 2 m (Almanza y Fischer, 2013).

Es una planta herbácea anual, perenne, pubescente, de talla hasta 1.20 m de altura, los tallos y hojas están cubiertas por una pubescencia fina y blancuzca que desaparece con la edad, las hojas alternas acorazonadas con bordes dentadas de 2 a 6 cm de largo por 1 a 4 cm de ancho, muy vellosas, las flores son grandes, abiertas, en forma de campana, son amarillas con manchas purpureas en el interior. El cáliz desarrolla más que el ovario, posee 5 lóbulos que van creciendo hasta envolver completamente el fruto (Sepúlveda, 1994).

Sepúlveda (1994), menciona para el aguaymanto lo siguiente:

Raíz

Fibrosa, pivotante y muy ramificada. Con una profundidad promedio entre 0,5 y 0,8 m.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tallo

Tallo herbáceo y quebradizo, cubierto de vellosidades color verde. En sus nudos posee varias yemas de donde nace una hoja, otra rama y una flor. Su altura promedio es de 1,8 m.

Hojas

Presenta hojas simples, enteras y acorazonadas, pubescentes, distribuidas en forma alterna desde la base del tallo hasta el ápice.

Flores

Las flores son grandes, abiertas, en forma de campana, son amarillas con manchas purpúreas en el interior.

Fruto

Es una baya carnosa, envuelta en un cáliz globoso de 5 lóbulos, que van creciendo hasta envolver completamente al fruto.

Semillas

Su color es blanco crema y presentan forma elíptica.

(Basoalto, 2004).

Condiciones de Cultivo

Basoalto (2004), menciona que, esta planta se adapta fácilmente a una amplia gama de condiciones agroecológicas, ya sea en campo abierto o bajo cubierta. Estas condiciones se presentan en la Tabla Nº 02.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tabla N° 02. Condiciones de cultivo de *Physalis peruviana*.

Clima	Templado
Temperaturas óptimas	22 a 29 °C
Humedad Relativa	70 a 80%
Pluviosidad	500 a 2000 mm
Altitud	1 a 3600 m.s.n.m.
Luminosidad	Alta
Suelos	Se adapta fácilmente a diversas condiciones

(Basoalto, 2004)

2.2.1.4 Labores de Post cosecha

Para su acopio, las frutas se deben llevar a un lugar cubierto para que se sequen y evitar la propagación de hongos y el deterioro de la calidad. Se pueden secar sobre láminas de cartón o madera con la temperatura ambiental (no mayores de 15°C). En algunos casos pueden utilizarse ventiladores para ayudar a esta labor. En el lugar de acopio se hace la primera selección. Se abren los frutos de su capuchón y se apartan los que están reventados, sobre maduros, que presenten daño por manipulación o con signos de haber sido afectados por plagas o enfermedades. Se colocan luego en cajas plásticas recubiertas con papel periódico o cartón para evitar la humedad en el transporte desde la finca hasta la comercialización (Sepúlveda, 1994).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.2.1.5 Plagas y Enfermedades

No menos de 11 plagas y enfermedades se han diagnosticado como las que tiene mayor incidencia en los cultivos de la uchuva. Las plagas que atacan son: áfidos o pulgones, mosca blanca, nematodos del nódulo radical, trozadores o tierreros, comedores de follaje, minadores y comedores de fruto (Sepúlveda, 1994).

Las enfermedades que afectan el cultivo son: mancha gris, añublo o marchites de las ramas, fusarium y el virus potato leaf roll. Para el tratamiento, tanto preventivo como curativo de las anteriores es necesario contar con asesoría técnica para establecer los niveles de infección de plagas o daño ocasionado por las enfermedades y los manejos específicos que se deben dar según el caso (Bernal 1986).

2.2.1.6 Composición Físico – Química y Nutricional.

Analizando una muestra de 100g de fruta madura de aguaymanto sin cascara, Bernal (1986) obtuvo los resultados mostrados en la tabla N° 03.

Tapia (2000), reporta datos de composición físico-químico del fruto de aguaymanto que se exponen en la tabla N° 03.

TABLA N° 03:

Contenido nutricional del aguaymanto (*Physalis Peruviana*) por 100 g de parte comestible.

CONTENIDO	(1)	(2)	(3)
Agua (%)	78.9	79.6	85.9

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Proteina (g)	0.3	1.1	1.5
Grasa (g)	0.5	0.4	0.5
Carbohidratos (g)	19.3	13.1	11.0
Fibra (g)	4.9	4.8	0.4
Ceniza (g)	1.0	1.0	0.7
Calcio (mg)	8.0	7.0	9.0
Fosforo (mg)	55	33	21
Hierro (mg)	1.2	1.2	1.7
Vitamina a	243*	648 U.I	1730 U.I
Tiamina (mg)	0.1	0.18	0.1
Riboflavina (mg)	0.03	0.03	0.17
Niacina (mg)	1.7	1.3	0.8
Ac. Ascorbico (mg)	43	26	20

Fuentes: (1) Tapia (2000)

(2) Bernal (1986)

(3) Comunidad Andina (2004)

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

* El contenido de carotenos fue convertido en equivalente de Retinol (FAO/OMS, 1988)

Estos frutos presentan niveles de humedad altos propios de los vegetales frescos, una alta actividad de agua y contenido medio en sólidos solubles como se observa en la Tabla N° 04.

Tabla N° 04. Caracterización físico – química del fruto Physalis peruviana L.

Parámetro físico- químico	Duque (2011)	Restrepo (2008)	Botero (2008)
Humedad (%)	80,0 ± 1,00	-	-
Actividad de agua	0,987 ± 0,00	0,985 ± 0,00	0,989 ± 0,03
°Brix	13,8 ± 0,80	13,80 ± 0,32	13,73 ± ,49
Ph	3,78 ± 0,10	3,39 ± 0,06	3,67 ± 0,12
Acidez (*)	1,58 ± 0,10	2,10 ± 0,26	1,90 ± 0,26
Densidad (g/ml)	0,96 ± 0,10	-	-

(*) Reportada como porcentaje de ácido cítrico

(-) Datos no reportados

2.2.1.7 Propiedades del Aguaymanto

Aguaymanto: Por estas cualidades nutritivas debes consumir está súper fruta peruana, (2014). Menciona que el aguaymanto contiene vitaminas A, B y C, poderosos antioxidantes que se suman a minerales como calcio, hierro y fósforo que, en conjunto, potencian el sistema inmune.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Su alta concentración de vitamina C ayuda a tratar procesos asmáticos, sinusitis y otras afecciones respiratorias. Las cualidades antioxidantes del aguaymanto retardan el envejecimiento, facilitan la cicatrización de heridas y aumentan la producción de glóbulos rojos. Asimismo, corrigen el desempeño de las funciones cardiovasculares y funcionan como un tranquilizante natural

Tabla N° 05. Contenido de compuestos bioactivos de *Physalis Peruviana L*.

Componente	Contenido
Ácido ascórbico (mg / 100g)	28,55 ± 0,10
Carotenos totales (mg de ß-caroteno/100g)	1,77 ± 0,02
Compuestos fenólicos (mg ácido clorogénico/100g)	79,23 ± 0,41
Capacidad Antioxidante DPPH (µg eq trolox/g)	249,23 ± 8,01
Capacidad Antioxidante ABTS (µg eq trolox/g)	288,95 ± 3,62

(Encina, 2006)

2.2.1.8 Industrialización del aguaymanto

Araujo (2007) y Calzada (1980), los frutos del aguaymanto posee características tanto fisicoquímicas como organolépticas que permiten obtener diversos productos transformados con elevados rendimientos; el contenido en pulpa (70 %), en sólidos

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

solubles (14 %), su pH alrededor de 3,4 y especial color, aroma y sabor son parámetros que sin duda favorecen el aprovechamiento industrial.

Navarro (2015) nos menciona que los productos que se procesan pueden ser: mermeladas, conservas, jaleas, almíbar, jugos, néctares, licor (vino), vinagre, colados, batidos, yogurt, natillas, bocaditos, confites de aguaymanto cubiertas con chocolate, pulpa en almíbar y fruta seca (pasas).

En el estudio de esta fruta se ha observado que puede ser sometida a procesos convencionales de conservación. El fruto de Phvsalis peruviana L. no sufre cambios relevantes por tratamientos con calor o frío (Lozano, 2009), igualmente se utiliza en glaseados para carnes y pescados (Hernández y León, 1992).

2.2.1.9 Pre enfriamiento por hidrorefrigeración:

Según López (1976), es un método eficiente para mucha fruta a granel, en cajones o sobre líneas de transporte que toleran el golpe de agua. Acelera notablemente el tiempo de enfriamiento del producto, ya que éste entra rápidamente en contacto con agente refrigerante, agua a 0°C. El tiempo de enfriamiento depende del tamaño del fruto y el flujo de agua, 8 a 10 minutos si el diámetro es de 8-10cm. Dos tipos de enfriados por agua de ducha para fruta suelta sobre la cinta transportadora, para fruta en cajones móviles a través de ellos o para lotes y de inmersión sistema apropiado para fruta más densa

Arias y Toledo (2000) mencionan que el agua es un medio muy efectivo de eliminación de calor. Este método evita la deshidratación del producto e incluso puede adicionar agua al mismo. El agua del hidroenfriador debe contener cloro (100 _ 200 ppm). Normalmente

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

este método requiere de 10 minutos a 1 hora para enfriar adecuadamente la mayoría de los productos. El sistema opera en base a la inmersión del producto en agua o mediante la modalidad de ducha

Son varios los sistemas de pre-enfriamiento por agua:

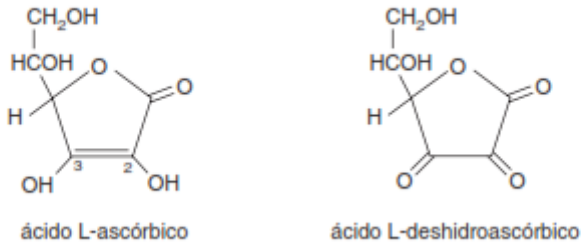
- Inmersión: consiste, en sumergir el producto en agua próxima a 0ºC.
- Aspersión: se ducha el producto con agua fría, mientras se desplaza sobre una cinta transportadora.
- Mixto: mezcla de los dos anteriores y se finaliza haciendo pasar el producto por aire frío.

2.2.2 Vitamina C

Según Badui (2006), existen varias sustancias que presentan una actividad biológica de vitamina C, pero con excepción del ácido L-ascórbico y el ácido L-deshidroascórbico (producto de la oxidación del anterior), las demás tienen una importancia nutricional insignificante; sólo los isómeros L de estos dos vitámeros actúan como tal, ya que, por ejemplo, el ácido D-ascórbico no es activo. El ácido L-deshidroascórbico representa aproximadamente un 80% de la potencia vitamínica del ácido L-ascórbico.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Gráfico N° 01. Vitaminas y nutrimentos inorgánicos.



Fuente: Badui (2006)

Para Liu, et al (2000), la vitamina C es un derivado de los hidratos de carbono (su síntesis química parte de la D-glucosa), Tiene una estructura de cetona cíclica que corresponde a la forma enólica de la 3-ceto-1-gulofuranolactona; contiene un enol entre los carbonos 2 y 3 que la hace un agente ácido y altamente reductor, por lo que se oxida muy fácilmente. Se encuentra principalmente en vegetales frescos. A diferencia de otras vitaminas, el humano no la sintetiza, mientras que algunos animales sí la producen, por lo que para ellos no es indispensable. El jugo de 1 o 2 naranjas contiene aproximadamente 80 mg de ácido ascórbico, suficiente para satisfacer las necesidades de 60 mg diarios en los adultos; los fumadores, los alcohólicos, los niños y las mujeres lactantes requieren de un mayor consumo. Su absorción ocurre en el intestino delgado mediante un mecanismo dependiente de Na a una velocidad de 1.2 g/día, por lo que los excesos de las megadosis se eliminan en la orina.

Menéndez, et al (2005), menciona que al igual que con todas las vitaminas, el contenido de ácido ascórbico de los vegetales varía de manera considerable conforme a muchos

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

factores relacionados con las prácticas agrícolas (genética, fertilizantes, insolación, riego, etcétera), con el manejo postcosecha y con la preparación para su consumo. En el caso de las papas, las heridas o cortes que sufren provoca un gran aumento de la actividad respiratoria y de la división celular, que van acompañadas de un incremento de la vitamina C. El frío inhibe su síntesis, mientras que las temperaturas cálidas y la oscuridad la favorecen.

Ganga, et al (1999), menciona que la vitamina C es necesaria para la síntesis del colágeno, para la formación de los huesos, de la dentina de los dientes, de los cartílagos y de las paredes de los capilares sanguíneos; interviene en reacciones de oxidación-reducción y de hidroxilación de hormonas esteroidales y de aminoácidos aromáticos.

2.2.2.1 Oxidación de la vitamina C

Según Park et al, (2005), se oxida fácilmente, mediante una reacción reversible, a ácido deshidroascórbico, estableciendo un sistema de oxidación-reducción; a su vez, este ácido se sigue oxidando y se transforma en ácido 2,3-dicetogulónico que no tiene actividad biológica (figura 2). Por medio de la degradación de Strecker, el ácido 2,3-dicetogulónico se cicla y produce anhídrido carbónico y furfural que se polimeriza y forma melanoidinas de manera semejante a las del oscurecimiento no enzimático.

Gálvez (2004), nos dice que la influencia del oxígeno en la cinética de la destrucción de esta vitamina se ha estudiado, y se recomienda, cuando el costo lo permita, que la concentración de los jugos de cítricos se haga a baja temperatura y al vacío y no en recipientes abiertos expuestos al aire.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Quirasco y Gálvez (2003), mencionan que, a pesar de eliminar este gas, la vitamina C se destruye térmicamente por vía anaeróbica no oxidativa, de menor importancia, que alcanza su máximo a pH 4 y que se ha observado en jugos de limón y concentrados de naranja en los que el oscurecimiento va acompañado de la formación de furfural, y cuya cuantificación refleja el daño térmico.

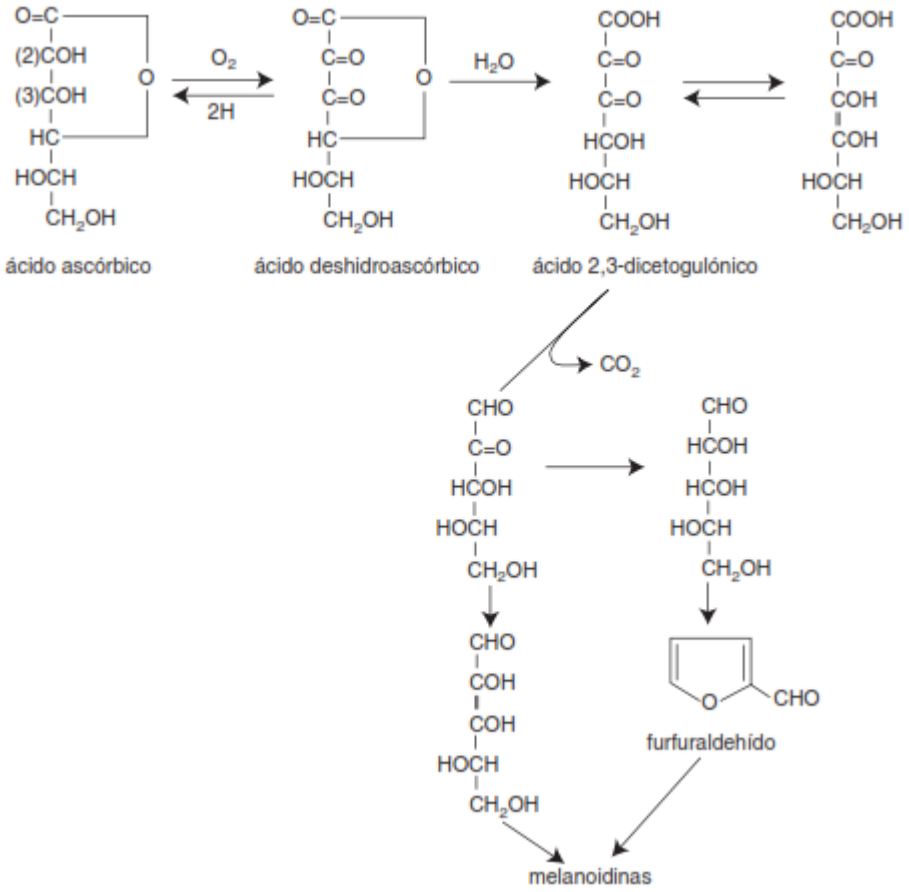
Según Badui (2006), su oxidación está en función de muchas variables, principalmente disponibilidad del oxígeno, temperatura, pH (más estable a pH ácidos), metales de transición (hierro y cobre) y luz; además, también influyen algunas sales, la actividad del agua, los peróxidos, ciertas enzimas (el ácido ascórbico oxidasa que contiene cobre) y la presencia de otras vitaminas, sobre todo de la riboflavina por ser fotosensible. Al procesar un alimento se presentan condiciones en las que actúan muchas de estas variables conjuntamente de manera sinérgica, y sólo en sistemas modelo se estudia individualmente cada una de ellas. A medida que aumenta la actividad del agua se favorece su destrucción, ya que el Cu y el Fe actúan como catalizadores al solubilizarse; esto se ha visto en productos deshidratados, como los jitomates, cuya concentración vitamínica se reduce independientemente del oxígeno existente, pero de una manera proporcional a la actividad del agua: a valores menores de 0.4 no hay alteraciones, posiblemente porque no existe movilidad de los metales que les permita contacto con la vitamina, pero a más de 0.65, la velocidad del deterioro se incrementa de dos a cuatro veces, puesto que el agua facilita el acarreo del metal y favorece su acción. A pesar de que el escaldado provoca pérdidas de las vitaminas hidrosolubles por la lixiviación y el calor, algunos autores indican que ayuda

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

al mismo tiempo a conservar el ácido ascórbico en los productos deshidratados por la inactivación del ácido ascórbico oxidasa; esta enzima actúa en productos frescos que no han sido sujetos a tratamientos térmicos que la desnaturalicen, y su acción provoca transformación de la vitamina C en ácido deshidroascórbico mediante el consumo de 1/2 O_2. Lograr la retención del ácido ascórbico en los alimentos deshidratados y enlatados ha sido motivo de muchas investigaciones, ya que, dada su alta termosensibilidad, se destruye en las diversas etapas de la industrialización; los pretratamientos que reciben los vegetales (lavado, pelado, escaldadosulfitación, etcétera) y las condiciones térmicas del secado y enlatado pueden variar considerablemente según el producto comercial de que se trate, por lo que los datos de la literatura varían mucho, todo esto nos menciona Badui (2006).

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

Gráfico N° 02. Degradación del ácido ascórbico.



Fuente: Badui (2006)

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.2.2.2 Técnicas de determinación de la vitamina C.

Salinas (2015), menciona que existen dos aproximaciones metodológicas en relación a la determinación de antioxidantes en alimentos: se pueden identificar y cuantificar como compuestos individuales y, por otro lado, es posible cuantificar la actividad antioxidante global de la muestra. En el primer caso, se hace uso de técnicas de separación con instrumentos de cromatografía líquida en sus diversas configuraciones.

En el segundo caso, se conoce que existen dos grandes clases de métodos para evaluar la actividad antioxidante: in vitro e in vivo. Una de las estrategias más aplicadas son las medidas in vitro de la capacidad antioxidante total de un compuesto, mezcla o alimento, que consiste en determinar la actividad del antioxidante frente a sustancias cromógenas de naturaleza radical (Cintra y ManciniI-Filho, 2002). Además, se puede clasificar a los métodos in vitro en función del compuesto al que está dirigida la medición, siendo esta directa o indirecta. En varios de estos métodos se emplea la espectrofotometría ultravioleta-visible para la cuantificación (Salinas, 2015),

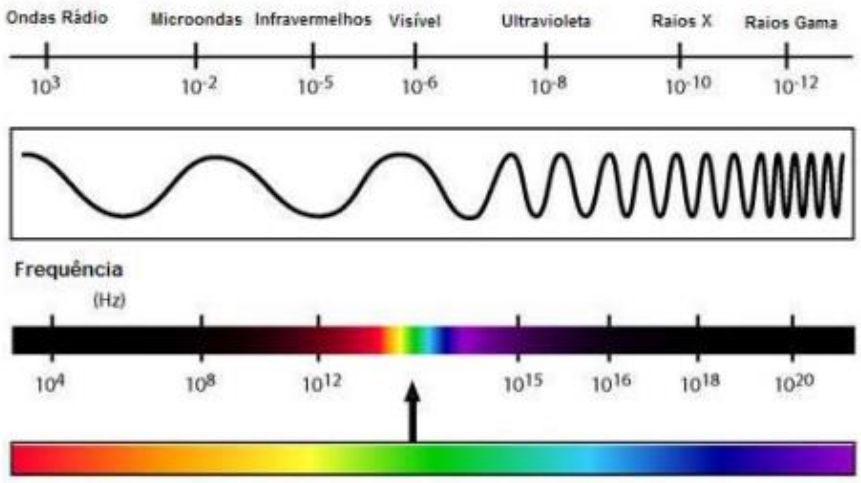
Las determinaciones de la capacidad antioxidante in vivo (comportamiento dentro del organismo), no son empleadas en alimentos, por lo tanto, no serán descritas en este trabajo.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.2.2.2.1 ESPECTROMETRÍA UV-VIS.

Esta técnica se basa en la cuantificación de las transiciones electrónicas producidas por la radiación absorbida por una molécula en una región específica del espectro electromagnético (Salinas, 2015),

Gráfico N° 03. Espectro electromagnético



Fuente: (Oliveira, 2009)

El espectro electromagnético es la distribución energética de las emisiones electromagnéticas de acuerdo a su longitud de onda y comprende desde los rayos gamma que son los de menos longitud hasta las ondas de radio que son la de mayor longitud de onda, tal como se muestra en el Gráfico N° 03 (Oliveira, 2009)

En la espectrometría UV-VIS las medidas se realizan en las regiones visibles, ultravioleta cercana e infrarroja cercana, es decir de 200nm a

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

780nm. En esta zona los dobles y triples enlaces aislados no absorben. Sólo absorben enlaces pi-conjugados y heteroátomos con pares de electrones no compartidos (O, N) (Espectroscopia Ultravioleta-Visible, 2014).

La ley de Beer permite cuantificar la concentración de una muestra por UV-Vis y se la puede expresar de la siguiente forma:

$$A = \epsilon C l$$

Dónde:

A = Es la Absorbancia.

ϵ = Es el Coeficiente de extinción (valor constante para una sustancia a una longitud de onda determinada).

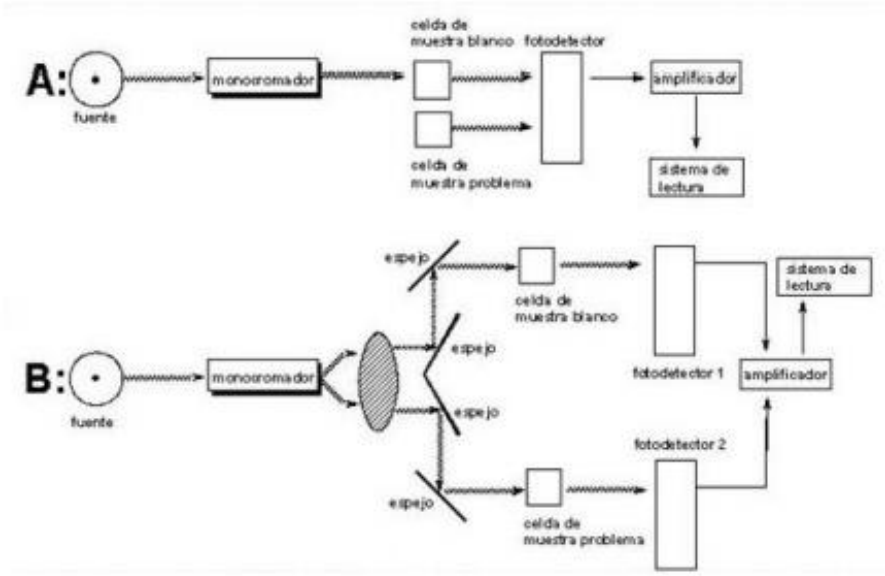
C = Es el Largo del paso de la celda (cm).

l = Es la Concentración (moles/L).

La absorbancia es por lo tanto proporcional a la concentración molar de la muestra. Se debe considerar que a concentraciones altas la probabilidad de error y de valores fuera de rango aumenta, por lo que es recomendable correr una curva de calibración antes de medir las muestras de análisis.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Gráfico N° 04. Diseño de Espectrómetros de haz sencillo (A) y de doble haz (B)



Fuente: (Curso Formación Técnico en "Laboratorio de Diagnóstico Clínico", 2014)

Un espectrofotómetro puede ser único o de doble haz, como se indica en la Gráfico N° 04. En un instrumento de un solo haz, toda la luz pasa a través de la celda que contiene la muestra, a la medida obtenida se deberá restar el valor del blanco, es decir la absorbancia de la celda únicamente con los solventes empleados. En un instrumento de doble haz, la luz se divide en dos haces antes de llegar a la muestra. Un haz se utiliza como referencia (blanco), y el otro haz de luz pasa a través de la muestra. Algunos instrumentos de doble haz tienen dos detectores

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

(fotodiodos), y el haz de referencia y el de la muestra se miden al mismo tiempo. En otros instrumentos, el detector alterna entre la medida del haz de muestra y la del haz de referencia. (Salinas, 2015),

Las muestras para espectrofotometría UV-VIS suelen ser líquidas, aunque la absorbancia de los gases e incluso de los sólidos también puede medirse. Las muestras son colocadas en una celda transparente, cuyo diámetro interno es de 1 cm. Esta medida se convierte en la longitud de ruta (L), en la Ley de LambertBeer. En algunos instrumentos se puede usar tubos de ensayo como celdas. Las mejores celdas están hechas con cuarzo de alta calidad, aunque también se puede emplear vidrio o plástico (Espectroscopia Ultravioleta-Visible, 2014).

Los compuestos orgánicos, especialmente aquellos con un alto grado de conjugación, también absorben luz en las regiones del espectro electromagnético visible o ultravioleta. Los disolventes para estas determinaciones son a menudo: agua para los compuestos solubles en agua, o etanol para compuestos orgánicos solubles. La polaridad y el pH del disolvente pueden afectar la absorción del espectro de un compuesto orgánico (Espectroscopia Ultravioleta-Visible, 2014).

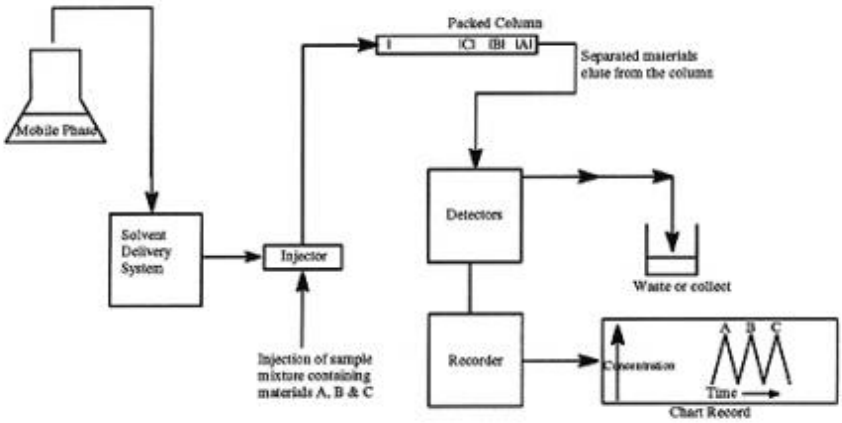
2.2.2.2.2 CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA

La cromatografía líquida es una técnica de separación de mezclas en la que los analitos interaccionan con dos fases una estacionaria y una

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

móvil. El Gráfico N° 05. muestra un diagrama de la estructura de este equipo. Los principales mecanismos de interacción en cromatografía líquida son: adsorción superficial, coeficiente de partición, intercambio iónico y exclusión molecular. La repartición entre las dos fases depende del tamaño y propiedades de las partículas componentes de la fase estacionaria y la polaridad, afinidad y solubilidad de los analitos con los solventes empleados para la fase móvil. Los materiales que se emplean son: sílice, alúmina, kieselguhr, celulosa y poliamida. La fase móvil suele ser una mezcla de solventes de diferentes polaridades que se emplea con el fin de aumentar la elución y la selectividad. (Salinas, 2015).

Gráfico N° 05. Diagrama de la estructura de un equipo de HPLC.



Fuente: (Técnicas de separación para la determinación de pesticidas en frutas y verduras, 2010)

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Pérez (2005) sostiene que se puede trabajar de dos maneras distintas; fase normal, cuando se trabaja con fase estacionaria polar y fase móvil no polar, o fase reversa, cuando se emplea una fase estacionaria no polar y fase móvil polar. Con esta técnica es posible realizar cuantificaciones simultáneas de diversas vitaminas siendo algunas de ellas carotenos, riboflavina, folatos, vitamina C, tiamina y piridoxina. Se ha comprobado que es altamente específico y no existen interferencias de otros compuestos, por lo que se utiliza para análisis de rutina. Los resultados se obtienen al integrar el área de cada pico del cromatograma, estos datos son interpolados en la ecuación de la línea recta obtenida para cada sustancia para obtener la concentración en µg/ml. Entre las ventajas de este método se detalla que es un método reproducible y que el tiempo de análisis es relativamente corto, ofreciendo precisión y exactitud. Los tiempos de retención de los analitos de las muestras dependen del coeficiente de reparto entre la fase móvil y la fase estacionaria, esto a su vez depende del tipo de material y el tipo de empaque de la columna. Existen varios tipos de columnas, los cuales se mencionan a continuación y cuyas características se mencionan en la Tabla N° 06.

- Columnas capilares: también conocidas como microcolumnas. Las columnas capilares tienen un diámetro menor a 1 mm y hay de tres tipos: tubular abierto, parcialmente empacadas, y

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

fuertemente empacadas. Estas columnas permiten trabajar con volúmenes de muestra de nL, disminuyendo el flujo y el volumen de solvente usado. Sin embargo, la relación de flujo puede ser difícil de reproducir, el gradiente de elución no es tan eficiente, y se debe ser cuidadoso al emplear volúmenes tan pequeños de muestra

- Columnas de microcalibre y de calibre estrecho: se usan para pequeños volúmenes de muestra. El diámetro típico es de 1-2 mm. De igual manera que en las columnas capilares, los instrumentos deben ser modificados para la cantidad de muestra aceptada por la columna. Existe una pérdida significativa en la resolución, debido a la cantidad de muestra inyectada
- Columnas estándar: son las que se usan comúnmente. Su tamaño más habitual es de 2,4 mm de diámetro y 250 mm de largo, con un tamaño de partícula de 5 µm de diámetro. Las partículas pueden ser de sílica o de otros polímeros especiales que les confiere resistencia a determinadas condiciones (pH extremos) y a su vez pueden ser de forma esférica o irregular. Las partículas son de naturaleza porosa para aumentar la superficie de interacción con los analitos. Se considera el diámetro de poro (entre 100 y 300 Å.), debido a que también influye en la separación

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- Columnas rápidas: estas columnas se emplean para aumentar el número de muestras que se pueden procesar en un tiempo dado. Estas columnas tienen el mismo diámetro interno, pero son más cortas que la mayoría de las columnas y están empacadas con pequeñas partículas de 3 µm de diámetro. Las ventajas incluyen incremento de la sensibilidad, descenso en el tiempo de análisis, descenso en la fase móvil usada, e incremento en la reproducibilidad
- Columnas preparativas: son columnas utilizadas con el objeto de permitir purificar grandes cantidades de muestra (mg). Una columna preparativa normalmente tiene un gran diámetro porque está diseñada para facilitar grandes volúmenes de inyección. (Pérez, 2005).

Tabla N° 06. Características de los distintos tipos de columnas

Tipo	Diámetro (mm)	Relación de flujo (µL/min)	Capacidad de muestra (µg)	Máxima carga de muestra (mg)
Capilar	0,075	0,25	0,05	-
	0,15	1,0	0,2	-
	0,30	5,0	1,0	-
	0,50	10	2,0	-
Microcalibre	1,0	25 - 50	0,05 - 10	-
Calibre estrecho	2,1	100 - 300	0,2 - 50	-
Analítica	4,6	500 - 1.500	1 - 200	10
Semi-preparativa	10	2.500 - 7.500	1.000	50
Preparativa	22	10.000 - 30.000	5.000	200

Fuente: Pérez, 2005

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

El detector es la parte del cromatógrafo que se encarga de determinar cuándo ha salido el analito por el final de la columna y medir la intensidad de la señal que emite. La Tabla N° 06. muestra los distintos tipos de detectores empleados en HPLC.

Las características de un detector ideal son:

Sensibilidad: es la medida de la efectividad de un detector para convertir la muestra en una señal eléctrica medible. Es necesario que pueda determinar con precisión cuándo sale analito y cuando sale sólo el gas portador. El rango de sensibilidad va de 10^{-8} a 10^{-15} g/s de analito.

Linealidad: rango de concentración de muestra sobre el cual el detector mantiene una sensibilidad constante sin una desviación arbitraria. El significado práctico de la linealidad del detector es el que le indica al analista la concentración para la cual el detector es confiable. Hay dos límites en la curva de linealidad:

- El límite de concentración inferior, que es dado por el límite de detección.
- El límite Superior, definido por un porcentaje de desviación arbitrario de la curva de linealidad, normalmente se toma un 5% de desviación.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Tiempo de respuesta corto, independiente del caudal de salida. Intervalo de temperatura de trabajo amplio, desde temperatura ambiente hasta unos 350-400 °C.

Estabilidad y reproducibilidad, a cantidades iguales de analito debe dar salidas de señal iguales.

Alta fiabilidad y manejo sencillo

Ruido: es cuantificado por el promedio de la amplitud pico-pico de la señal. Conocer el nivel de ruido de un detector sirve para la determinación de la cantidad mínima detectable y el límite inferior del rango lineal.

Límite de Detección: la mínima cantidad de sustancia que puede producir una señal que sea el doble del nivel de ruido.

Tabla N° 07. Tipos de detectores para HPLC

Detector índice refracción	Detector electroquímico
Detector evaporativo de dispersión de luz	Detector de conductividad
Detector fluorescencia	Detector IR de transformadas de fourier FTIR
Detección ultravioleta UV de: ▪ longitud de onda fija ▪ longitud de onda múltiple ▪ arreglo de fotodiodos	Espectrometría de masas MS
	Plasma de acoplamiento inductivo ICP
	Detector de cátodo hueco

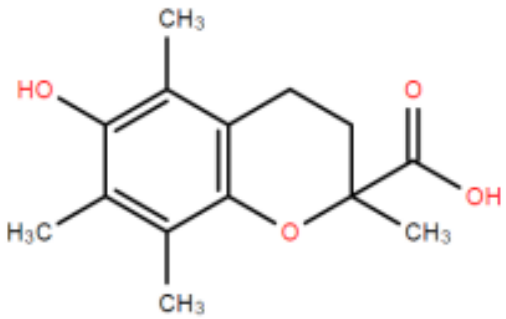
Fuente: (HPLC Detectors, 2014)

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.2.2.2.3 MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DIRECTA.

En estos métodos, el radical se emplea como el factor de cuantificación ya que produce una señal analítica que puede ser medida. La adición del antioxidante, antes o después de la generación del radical, provoca una disminución de la señal. En ensayos de inhibición, se añade la muestra a los sustratos de oxidación antes que se genere el radical: la reacción comienza con la adición del oxidante como $ABTS^+$, DPPH, DMPD, cada uno de los cuales da el nombre a los métodos que se detallan a continuación. Los resultados se expresan en TEAC, o sea, actividad equivalente a Trolox (en mM o µM) o bien en VCEAC, actividad equivalente a vitamina C (mg/L o mg/100 g). El antioxidante de referencia Trolox, se ensaya a una concentración de 0-15 µM, en las mismas condiciones que la muestra, lo que se hace también con ácido ascórbico (0-20 mg/100 mL) (Fogliano, et al, 1999).

Gráfico N° 06. Estructura molecular del Trolox



Fuente: Fogliano et al, (1999).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Como se mencionó anteriormente, el Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxilico) es un análogo hidrosoluble del alfa-tocoferol o vitamina E, empleado en la elaboración de curvas de calibración, cuya estructura molecular se representa en el Gráfico N° 06

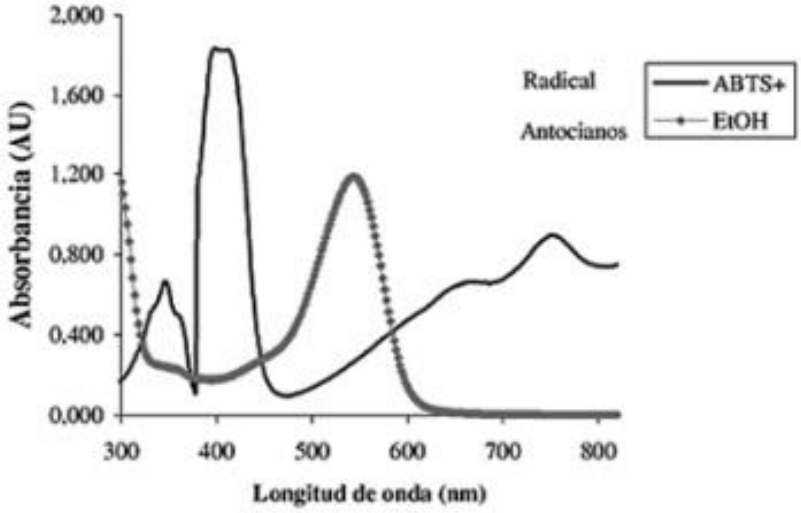
ABTS (ácido 2,2-azinobis,3-etilbenzothiazolín,6-sulfonico)

El radical $ABTS^{++}$ es generado a partir de su precursor el ácido 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolín)-6-sulfónico (ABTS). El radical catiónico obtenido es un compuesto de color verde-azulado, estable y con un espectro de absorción en el UV-visible como se muestra en la Figura N° 07. El radical $ABTS^{++}$ se obtiene tras la reacción de ABTS (7 mM) con per sulfato potásico (2,45 mM, concentración final) incubados a temperatura ambiente, aproximadamente 25ºC y en la oscuridad durante 16 h. Formado el radical se diluye con etanol hasta obtener un valor de absorbancia comprendido entre 0,70 (±0,1) a 754 nm (longitud de onda de máxima absorción). Las muestras filtradas se disuelven con etanol hasta que se produce una inhibición del 20 al 80%, en comparación con la absorbancia del blanco, tras añadir 20 µL de la muestra. A 980 µL de dilución del radical $ABTS^{++}$ así generado se le determina la absorbancia a 754 nm (A_{754}) a 30ºC, se añade 20 µL de la muestra (dilución de antocianos) y se mide de nuevo la A_{754} pasado 1

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

minuto. La absorbancia se mide de forma continua durante 7 minutos. (Kuskosi, et al, 2004).

Gráfico N° 07. Ejemplo de resultado que muestra la superposición de los espectros de radical ABTS^{++} y antocianos disueltos en etanol.



Fuente: (Kuskoski et al, 2004)

DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo)

Esta técnica utiliza el 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) como radical, el mismo que es un radical libre que se pudiera obtener directamente disolviendo el reactivo en un medio orgánico. La baja de DPPH se monitorea por la disminución en la absorbancia a una longitud de onda característica, que en forma de radical libre es de 515nm. En esta técnica se emplea la medida de la absorbancia del radical DPPH^{+} 100 µM (3,9 mL) disuelto en metanol al 80%, a la longitud de onda de 517mm. Se añade 0,1 mL de la muestra o patrón, después la mezcla se homogeniza cuidadosamente, y se mantiene en la oscuridad durante 30

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

minutos. Las medidas de absorbancia a 517nm se realizan antes de añadir la muestra transcurridos 30 y 60 minutos. La concentración de $DPPH^+$ en el medio de reacción se calcula a partir de una curva de calibrado obtenida por regresión lineal (Mesa et al, 2009)

DMPD (2,5dihidroximethyl-3,4-dihidroxipirrolidina)

En términos generales se determina la actividad antioxidante aplicando disolución de DMPD a una disolución de cloruro férrico de donde se forman radicales cationes coloreados (DMPD•), y se mide su absorbancia. Este se fundamenta en añadir 1 ml de la disolución de DMPD 100 mM a 100 mL de disolución tamponada con ácido acético/ acetato de sodio 0,1 M (pH 5,25). Se adiciona 0,2mL de una disolución de cloruro férrico 0,05 M (concentración final de 0,1mM) y se forman radicales cationes coloreados (DMPD•). Un mililitro de esta disolución se traslada a una celda midiéndose su absorbancia, la cual debe estar comprendida entre 0,90 (±0,1), a 506nm. Se añade 50 µL de una disolución patrón de antioxidante o de muestras diluidas y transcurridos diez minutos (a 25ºC) se hace otra medida de absorbancia a 506 nm. La disolución tamponada de acetato se utiliza como blanco de referencia. (Fogliano et al, 1999)

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.2.2.2.4 MÉTODOS DE DETERMINACIÓN INDIRECTA

Son métodos de determinación colorimétrica, que se fundamentan en que la presencia de radicales libres ocasiona la pérdida o la aparición de un determinado reactivo, por lo que, la existencia de un antioxidante provoca el aumento o disminución de la señal. Entre los métodos más destacados están: ORAC y FRAP. Al ser métodos colorimétricos se mide la absorbancia de los productos de la reacción a determinada longitud de onda, (Salinas, 2015).

ORAC (capacidad de absorción de radicales de oxígeno)

El ensayo ORAC, capacidad de absorción de radicales de oxígeno (por sus siglas en inglés), mide la degradación oxidativa de una molécula fluorescente, sea esta B-ficoeritrina o fluoresceína, después de haber sido mezclada con generadores de radicales libres tales como compuestos azoderivados que producen radicales peroxilo por calentamiento, que daña la molécula fluorescente, resultando en pérdida de su fluorescencia. Los antioxidantes protegen la molécula fluorescente de la degeneración oxidativa, lo que se mide usando un flurorómetro que mide y calcula la capacidad automáticamente. La molécula fluoresceína es actualmente la más utilizada. (Mesa et al, 2009)

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

La fluorescencia disminuye en intensidad a medida que avanza la degeneración oxidativa y se registran los valores durante 30 minutos después de agregar azoderivado. La degeneración de fluoresceína se mide en función del retardo en el decaimiento de fluorescencia, respecto a la presencia o no del antioxidante. Las curvas de caída (la intensidad de fluorescencia respecto al tiempo) se registran y el área entre las dos curvas de caída (con o sin antioxidante) se calcula. El grado de protección antioxidante se cuantifica utilizando el antioxidante Trolox como estándar. (Mesa et al, 2009)

FRAP (capacidad antioxidante reductora de hierro)

Este método se basa en la capacidad que tiene un antioxidante para reducir el Fe^{3+} a Fe^{2+}. El complejo férrico-2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) incoloro es reducido al complejo ferroso coloreado. El mecanismo del FRAP es de transferencia de electrones, esto permite que en combinación con otros métodos se pueda determinar la capacidad antioxidante de productos que contengan distintos tipos de antioxidantes Es una técnica espectrofotométrica que mide la absorbancia del Fe^{2+}. A mayor actividad antioxidante mayor será la reducción y la concentración de Fe^{2+}, lo cual aumentará la señal de absorbancia. El complejo va a poder ser reducido por productos con potenciales Redox menores a 0,7 V (potencial Redox del Fe^{3+} -TPTZ). (Medina, 2010)

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

2.2.3 Análisis sensorial de alimentos.

Es una técnica de la ciencia de los alimentos que estudia las características organolépticas de los alimentos a través de respuestas de un grupo de personas, panel de personas o consumidores (Grández, 2008).

El análisis sensorial no actúa solo en la selección de las materias primas donde interviene, sino que también es de gran utilidad en el control de procesos, tanto como adaptación del producto a su perfil final, como para la realización de modificaciones o correcciones en el transcurso de su elaboración. En la industria alimentaria, el color, olor, sabor, textura y apariencia general, los caracteres organolépticos, son criterios de aceptación o rechazo. El análisis sensorial se puede dividir en: Análisis de Calidad y análisis de aceptación, el primero tiene por finalidad examinar el producto y clasificar objetivamente los distintos característicos y el segundo dictamina el grado de aceptación o rechazo que tendrá un producto, siendo a veces deseable conocer la reacción subjetiva o impulsiva del catador (Sancho, et al 1998).

El análisis sensorial se realiza con panelistas que utilizan sus sentidos para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios (Watts, et al 1995).

Entre las características sensoriales se pueden mencionar (Pedrero y Pangborn, 1989):

- **Apariencia:** color, tamaño, forma, conformación, uniformidad.
- **Olor:** los miles de compuestos volátiles que contribuyen al aroma.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- **Gusto:** dulce, amargo, salado y ácido (posiblemente también metálico, astringente y otros) que se percibe en la lengua y cavidad bucal.
- **Textura:** las propiedades físicas como dureza, viscosidad, granulosidad, consistencia, arenosidad, cohesividad, adhesividad, entre otras.
- **Sonido:** aunque de poca aplicación en alimentos, se correlaciona con la textura; por ejemplo, crujido, tronido, efervescencia.

2.2.3.1 Sentidos.

2.2.3.1.1 Sentido de la vista.

Las propiedades sensoriales más importantes asociadas con el sentido de la vista son el color y la apariencia. El color por su parte es considerado relevante para el caso de la evaluación sensorial en la industria alimenticia, debido a que esta propiedad puede hacer que un alimento sea aceptado o rechazado de inmediato por el consumidor sin siquiera haberlo probado, mientras que la apariencia representa todos los atributos visibles de un alimento y se puede afirmar que constituye un elemento fundamental en la selección de un alimento. (Anzaldua, 1994)

2.2.3.1.2 Sentido de la audición.

Mediante el sentido de la audición, específicamente el oído, se puede percibir los sonidos. El estímulo o excitante específico del

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

oído son las ondas sonoras, originadas por la vibración de un cuerpo. Estas ondas, recogidas por el oído externo y transmitidas por el oído medio, impresionan en el oído interno en las terminaciones del nervio acústico, que conduce las correspondientes excitaciones a la corteza cerebral, donde son transformadas en sensaciones. Los alimentos, al ser consumidos, originan ciertos sonidos característicos que son esperados por el consumidor, por la experiencia previa que tuvieron con un determinado tipo de alimento. Estos sonidos generalmente son asociados con la textura del alimento, como crujencia o turgencia (Ureña et al, 1999).

2.2.3.1.3 Sentido del gusto.

El gusto de un alimento es detectado por las papilas y el mensaje nervioso de éstas llega al cerebro, donde es interpretado. El gusto de un alimento puede ser salado, dulce, amargo o ácido (también están el picante y el alcohólico, pero en realidad no son gustos o sabores, sino que el primero es una sensación dolorosa y el segundo es un adormecimiento de la lengua); mientras que el sabor sui generis del alimento consiste en una combinación de gusto y aroma. Se estima que la mayor contribución al sabor se debe al aroma (Anzaldua, 1994).

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

El sentido del gusto de un ser humano adulto posee nueve mil botones gustativos, agrupados en su mayor parte en la base, a los lados y en la punta de la lengua. La percepción de los gustos dulce y salado se localiza principalmente en la punta de la lengua, la del gusto acido a ambos lados de la misma y la del gusto amargo en su parte superior y en el paladar blando (Ureña et al, 1999).

2.2.3.1.4 Sentido del olfato.

Se estima que el sentido olfatorio de los humanos tiene la capacidad para distinguir 10 mil olores distintos. Sin embargo, el vocabulario para diferenciar entre los muchos olores percibidos a través del órgano sensorial es lamentablemente inadecuado. Se emplea la analogía en un intento para verbalizar diferencias que pueden distinguirse nasalmente. Por ejemplo, los olores pueden caracterizarse como semejantes a la nuez, a frutas, a aceites o mentas (Ureña et al, 1999).

2.2.3.1.5 Sentido del tacto.

La textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. No puede hablarse de “la textura de un alimento” como una única característica, sino que hay que referirse a los atributos de textura, o las características o propiedades de la textura. Las características

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

texturales pueden ser captadas por los dedos o los receptores bucales. Entre las características captadas por los dedos están: firmeza (frutas), suavidad (selección de frutas), jugosidad (maíz). Entre las captadas por los receptores bucales (lengua, dientes y paladar) están: masticabilidad, fibrosidad, grumosidad, harinosidad, adhesividad, grasosidad, entre otras (Ureña et al, 1999).

2.2.3.2 Los panelistas.

Existen varios tipos de panelista de acuerdo al estudio que se esté realizando: panelistas expertos, panelistas entrenados o panelistas de laboratorio y panelistas consumidores. Los dos primeros son empleados en el control de calidad en el desarrollo de nuevos productos o para cuando se realizan cambios en las formulaciones. El segundo grupo es empleado para determinar la reacción del consumidor hacia el producto alimenticio. (Hernández, 2005).

Para Hernández (2005) Los panelistas deben cumplir con algunos requerimientos, que son importantes para obtener excelentes resultados de acuerdo a los objetivos trazados, estos requisitos son:

- Asistir puntualmente a cada una de las sesiones de catación.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- Debe tener una buena concentración y disposición, durante el desarrollo del panel.
- Preferiblemente deben ser de ambos géneros (femenino y masculino).
- Los panelistas deben evitar el uso de alcohol y de alimentos con especias y el café.
- Los panelistas en lo preferible deben ser no fumadores, y si lo son se recomienda que no hayan fumado por lo menos una hora antes del desarrollo de la prueba.
- No deben estar fatigados y/o cansados.
- No deben estar involucrados en el desarrollo del producto en estudio.
- No se recomienda realizar las pruebas después de haber consumido alguna comida abundante o por el contrario sin haber probado bocado desde varias horas.

Según Larmond (1977) citado por Anzaldúa (1994) indica que cuando se lleva a cabo pruebas sensoriales con jueces entrenados, el número requerido de participantes debe de ser al menos de siete, y como máximo 15.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 MATERIALES.

3.1.1 Lugar de ejecución:

- Laboratorio de Análisis de alimentos de la Facultad de ingeniería de industrias alimentarias de la Universidad Nacional de Ancash Santiago Antúnez de Mayolo.

3.1.2 Materia prima

- Fruto del aguaymanto proveniente del fundo La Cabaña en Acopampa ubicado en Carhuaz- Callejón de Huaylas, departamento de Ancash.

3.1.3 Reactivos e Insumos

Reactivos:

- Ácido sulfúrico.
- Acido oxálico.
- Hidróxido de sodio.
- Hexano.
- Indicador (azul de metilo)

Insumos:

- Hipoclorito de sodio.
- Sal yodada (sal común).
- Hielo.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- Agua potable.
- Agua destilada.

3.1.4 Equipos

- Refrigeradora
- Espectrofotómetro.

3.1.5 Otros.

- Mesa de proceso.
- Cuchillos espátulas.
- Cámara fotográfica.
- Recipientes.

3.2 MÉTODOS.

3.2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

3.2.1.1 ETAPA I: CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

En esta etapa se realizó las medidas biométricas, posteriormente se determinó el análisis físico y el análisis proximal en laboratorio de Análisis de Alimentos de la FIIA y los laboratorios de calidad total de la UNALM donde se utilizaron los siguientes métodos:

- **Análisis físico – químico:**
  - **Medidas Biométricas:** Se tomó 10 frutos, para el aguaymanto se

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

utilizó el vernier para las medidas de longitud y diámetro (AOAC, 2012).

- **Determinación de la vitamina C:** Método de espectrofotometría (AOAC, 2012).

➢ **Análisis químico proximal**

- **Determinación de humedad:** Se determinó mediante el método de secado en estufa a 105 °C hasta un peso constante (AOAC, 2012).
- **Determinación de la grasa:** Se realizó la extracción de grasas con el hexano, utilizando el equipo Soxhlet (AOAC, 2012).
- **Determinación de carbohidratos:** Se determinó por diferencia de porcentajes, después de haber realizado las determinaciones de humedad, proteínas, grasas, fibra y cenizas; indicado por Collazos (1993)
- **Determinación de ceniza:** El método aquí presentado se emplea para determinar el contenido de ceniza en los alimentos o sus ingredientes mediante la calcinación. (AOAC, 2012)

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

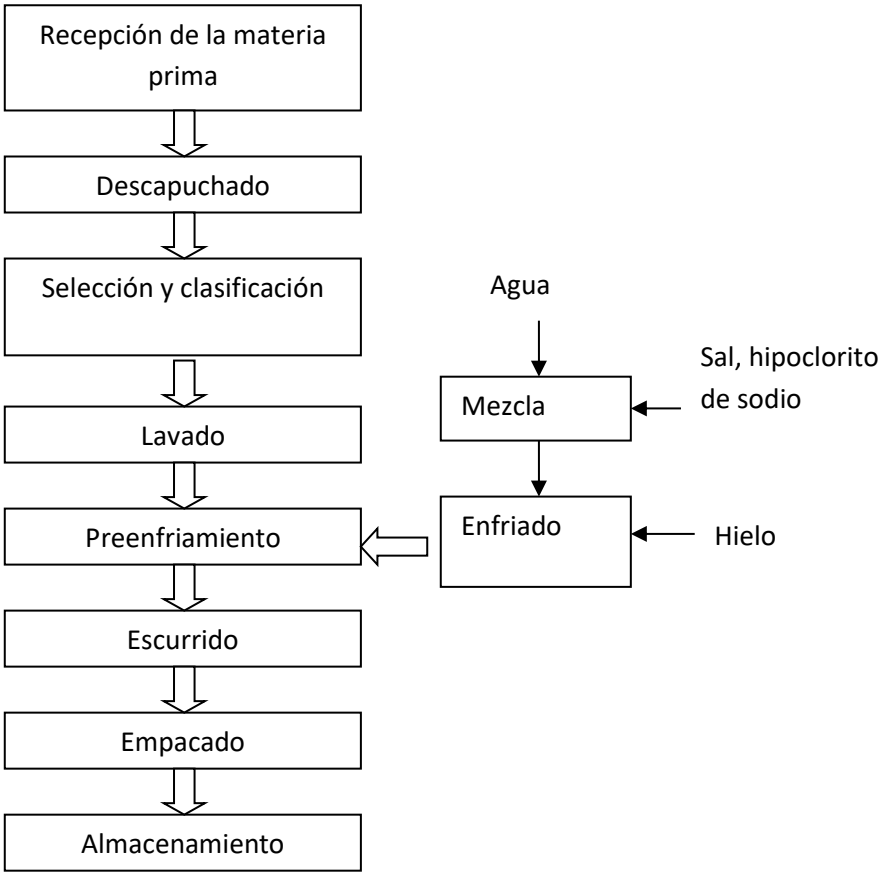
3.2.1.2 ETAPA II: DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA DE PREENFRIAMIENTO POR HIDROREFRIGERACIÓN ASÍ COMO LA TEMPERATURA Y TIEMPO ÓPTIMO DE ALMACENAMIENTO.

En esta parte se desarrolló el pre enfriamiento por hidrorefrigeración del aguayamanto (*Physalis peruviana*); la evaluación sensorial, el análisis del contenido de vitamina C mediante la ejecución del diseño experimental.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

3.2.1.2.1 TRABAJOS DE LABORATORIO.

Gráfico N° 08. Diagrama de flujo para la conservación del aguaymanto por hidrorefrigeración:



FUENTE: Adaptado de Yauri (2014).

3.2.1.2.2 ANÁLISIS SENSORIAL

Se comparó las características organolépticas como: olor, color, sabor, textura y aceptabilidad para lo cual se trabajó con 10 panelistas semi entrenados a quienes se les proporciono muestras aleatorias para apreciar dichos atributos mencionados. Usando

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Diseño de Box-Behnken para elegir el mejor tratamiento experimental durante el periodo de almacenamiento en refrigeración.

3.2.2 DISEÑO ESTADÍSTICO.

La investigación es de tipo experimental puro.

Se analizó realizar en una primera oportunidad un diseño experimental factorial donde resultaba realizar un total de 81 tratamientos; por recomendaciones de especialistas en diseño estadístico, se optó por un diseño estadístico de superficie de respuesta por los siguientes:

- Optimiza el número de tratamientos a realizar en comparación a los 81 tratamientos que se realizaban factorialmente a 15 tratamientos.
- El ahorro económico para realizar las pruebas a los distintos tratamientos.
- El estudio se presta para la realización de un trabajo de superficie de respuesta por las características que presenta.

Para el procesamiento de los datos se seguirá la metodología de superficie de respuesta.

Ayala y Pardo (1995) la definen como un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas utilizadas para modelar y analizar

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

problemas en los que una variable de interés es influenciada por otras. El objetivo es optimizar la variable de interés o variable respuesta. Esto se logra al determinar las condiciones óptimas de operación del sistema.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

TABLA N° 08: Etapas del diseño experimental

ETAPA I	ETAPA II				ETAPA III
CARACTERIZACIÓN DEL AGUAYMANTO.	**TRATAMIENTOS**	Preenfriamiento °C	Almacenamiento °C	Tiempo - DÍAS	**EVALUACIÓN DEL AGUAYMANTO**
1. Análisis físico - químico • Medidas biométricas • VITAMINA C. **2. Análisis químico - proximal** • Humedad • Grasa • carbohidratos • Ceniza		10	2	15	**3. Análisis físico - químico** • Medidas biométricas • VITAMINA C. **4. Análisis químico - proximal** • Humedad • Grasa • carbohidratos • Ceniza
		12	2	10	
		12	2	20	
		14	2	15	
		10	4	10	
		10	4	20	
		12	4	15	
		12	4	15	
		12	4	15	
		14	4	10	
		14	4	20	
		10	6	15	
		12	6	10	
		12	6	20	
		14	6	15	
	Teniendo en cuenta las variables de las hipótesis y los arreglos estadísticos, para la selección del mejor tratamiento se realizarán las evaluaciones sensoriales por los panelistas de acuerdo al diseño de Box-Behnken				

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Diseño Estadístico

- **Diseño de Box-Behnken.**

En estadística, los diseños de Box–Behnken (DBB) son diseños experimentales para la RSM, diseñados por George E. P. Box y Donald Behnken en 1960 (Box y Behnken, 1960). Los DBB se utilizan con frecuencia para refinar los modelos después de haber determinado los factores importantes utilizando diseños de cribado o diseños factoriales, especialmente si se sospecha que existe curvatura en la superficie de respuesta. (De Ramón, 2019)

Una comparación entre el DBB y otros diseños de superficie de respuesta (central compuesto, matriz Doehlert y diseño factorial completo de tres niveles) ha demostrado que el DBB y la matriz Doehlert son un poco más eficientes que el diseño central compuesto pero mucho más eficientes que los diseños factoriales completos de tres niveles donde la eficiencia de un diseño experimental se define como el número de coeficientes en el modelo estimado dividido por el número de experimentos (Ferreira *et al*, 2007)

En resumen, el diseño Box-Behnken es un buen diseño para la metodología de superficie de respuesta al permitir: (i) la estimación de los parámetros del modelo cuadrático; (ii) construcción de diseños secuenciales, (iii) detección de falta de ajuste del modelo; y (iv) uso de bloques demostrando que son más eficientes que otro tipo

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

de diseños (Ferreira et al, 2007)

Temperatura de pre-enfriamiento: Las temperaturas a usarse serán de 10 °C, 12 °C y de 14 °C. Según Yauri (2004)

Temperatura de almacenamiento: Las Temperaturas serán de 2 °C, 4 °C y 6 °C. Según Yauri (2004)

Tiempo: se controlarán en un lapso de 10, 15, 20 días. Según Yauri (2004)

TABLA N° 09: Diseño de Box-Behnken

Resumen del diseño

Factores:	3	Réplicas:	1
Corridas base:	15	Total de corridas:	15
Bloques base:	1	Total de bloques:	1

Puntos centrales: 3

3.2.3 ETAPA III: Evaluación de las características físico – químicas del aguaymanto con el tratamiento óptimo

En esta etapa se realizó las medidas biométricas, posteriormente se determinó el análisis físico y el análisis proximal en laborato rio de Análisis de Alimentos de la FIIA y los laboratorios de calidad total de la UNALM donde se utilizaron los siguientes métodos:

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

- **Análisis físico – químico:**
  - **Medidas Biométricas:** Se tomó 10 frutos, para el aguaymanto se utilizó el vernier para las medidas de longitud y diámetro (AOAC, 2012).
  - **Determinación de la vitamina C:** Método de espectrofotometría (AOAC, 2012).

- **Análisis químico proximal**
  - **Determinación de humedad:** Se determinó mediante el método de secado en estufa a 105 °C hasta un peso constante (AOAC, 2012).
  - **Determinación de la grasa:** Se realizó la extracción de grasas con el hexano, utilizando el equipo Soxhlet (AOAC, 2012).
  - **Determinación de carbohidratos:** Se determinó por diferencia de porcentajes, después de haber realizado las determinaciones de humedad, proteínas, grasas, fibra y cenizas; indicado por Collazos (1993)
  - **Determinación de ceniza:** El método aquí presentado se emplea para determinar el contenido de ceniza en los alimentos o sus ingredientes mediante la calcinación. (AOAC, 2012)

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. ETAPA I: CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA: AGUAYMANTO

Para determinar las características de la materia prima se utilizó el fruto del aguaymanto proveniente del fundo la Cabaña en Acopampa ubicado en Carhuaz-Callejón de Huaylas, departamento de Ancash.

4.1.1 Características físico – químicas:

4.1.1.1 Medidas Biométricas:

Se tomó el promedio de 10 frutos de aguaymanto para realizar las medidas biométricas, reportando los resultados en el cuadro Nº 04 donde se aprecia el promedio de la longitud, diámetro y peso.

Tabla N° 10: Promedio de las medidas biométricas del aguaymanto.

N° ORDEN	DIAMETRO MAYOR (mm)	DIAMETRO MENOR (mm)	PESO (gr)
1	18.53	18.24	9.78
2	18.73	17.80	8.52
3	19.22	18.59	9.76
4	17.86	18.29	9.13
5	19.23	18.63	9.85
6	18.89	17.61	8.19
7	19.03	18.32	9.42
8	18.78	17.01	8.81
9	18.54	18.05	8.72
10	18.99	17.57	8.31
PROMEDIO	**18.780**	**18.011**	**9.049**

Como se observa en la tabla N° 10 las medidas promedio fueron el promedio del

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

diámetro mayor 18.780 mm, promedio del diámetro menor 18.011 mm. y el peso promedio es de 9.049 gr. respectivamente y de acuerdo a Dostert *et al* (2011) menciona que las bayas maduras son amarillas a anaranjadas, 1—2 cm de longitud y 1-1.5 cm ancho (diámetro) y pesan 4—10 gr. y de acuerdo a los resultados obtenidos estamos dentro de los parámetros.

4.1.1.2 Análisis de vitamina C.

Para realizar el análisis de vitamina C del aguaymanto se tomó la muestra previamente seleccionada de acuerdo a las medidas biométricas del fruto, en tal sentido los resultados se reportan en la tabla N° 11

Tabla N° 11: Análisis de vitamina C, materia prima.

ENSAYO (1° MUESTRA)	RESULTADO
Vitamina C (mg / 100g de muestra original)	19,0

En referencia a la vitamina C ya que nuestro estudio reporta 19,0 existe una ligera variación con lo reportado por Bernal (1986) que es 26,0, y Encina (2008) que es 28,55 lo cual puede ser por varios factores como la variedad de requerimientos edafológicos (clima, humedad y suelo), las cuales no han sido las mismas.

4.1.1.3 Análisis químico – proximal del aguaymanto.

Para realizar el análisis químico - proximal del aguaymanto se tomó la muestra previamente seleccionada de acuerdo a las medidas biométricas del fruto, en tal

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

sentido los resultados se reportan en la tabla N° 12

Tabla N° 12: Análisis físico – químico proximal de la materia prima.

ENSAYO (1° MUESTRA)	RESULTADO
1.- % Kcal. Proveniente de Grasa	o,o
2.- % Kcal. Proveniente de Proteínas	6,3
3.- Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	18,4
4.- Energía Total (Kcal / 100 g de muestra original)	76,8
5.- Proteína (g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	1,4
6.- Cenizas (g / 100 g de muestra oiginal)	0,8
7.- % Kcal. Proveniente de Carbohidratos	91,7
8.- Grasa (g / 100 g de muestra original)	0,0
9.- Humedad (g / 100 g de muestra original)	82,0
10.- Vitamina C (mg / 100g de muestra original)	19,0
11.- Solidos Solubles (g / 100 g de muestra original)	13,4

En lo que respecta a la composición físico-química del aguamanto específicamente con la humedad (82.0), proteína (1.4), grasa (0.0), carbohidratos (18.4), y ceniza (0.8), para esto Duque (2011) muestra una humedad de 80,0, en proteínas Tapia (2000) muestra 0.1 pero Bernal (1986) indica 1.1, respecto a la cantidad de grasa encontrada) Tapia (2000) muestra 0.5 y Bernal (1986) 0.4, por otro lado en la cantidad de carbohidratos Tapia (2000) muestra 19.3 y Bernal (1986) 13., por ultimo las cenizas mostrada por Tapia (2000) es de 1.0 y la encontrada por Bernal (1986) 1.0, estas diferencias encontradas en nuestro estudio puede ser por varios factores como la variedad de requerimientos edafológicos (clima, humedad y suelo), las cuales no han sido las mismas.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.2. ETAPA II: DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA DE PREENFRIAMIENTO POR HIDROREFRIGERACIÓN, ASÍ COMO LA TEMPERATURA Y TIEMPO ÓPTIMO DE ALMACENAMIENTO QUE GENEREN LA MEJOR CALIDAD SENSORIAL Y CONSERVACIÓN DE LA VITAMINA C DEL AGUAYMANTO.

4.2.1.- Pruebas Preliminares:

a) Recepción de la materia prima

La materia prima constituida por el aguaymanto proveniente del fundo La Cabaña en Acopampa ubicado en Carhuaz- Callejón de Huaylas, departamento de Ancash fue recepcionado en el laboratorio de Análisis de Alimentos de la FIIA a una temperatura promedio de 18°C

b) Descapuchado

Quitar la cascarilla en forma manual.

c) Selección y clasificación

Se realizó mediante inspección visual, se eliminaron frutos deteriorados; se seleccionaron considerando factores como: tamaño, diámetro, mediante evaluación de sus medidas biométricas, frutos sanos, sin abolladuras y de esta manera se homogenizó los aguaymantos para facilitar el proceso.

d) Lavado

Por escorrentía con agua potable. Se realizó esta operación con la

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

finalidad de eliminar las impurezas y bajar la carga microbiana.

e) Preenfriamiento

Esta operación consiste en disminuir la temperatura del fruto mediante un proceso de **Hidrorefrigeración,** para prevenir el desarrollo microbiano y mejorar la conservación del aguaymanto en refrigeración. Se utilizó 5gr de sal más 3ml. de hipoclorito de sodio diluido en 6 litros de agua. con adición de cantidades de hielo para alcanzar las temperaturas adecuadas.

Una vez lista las muestras se acondicionaron en tres recipientes con agua a temperatura de 10°C; 12°C y 14°C.

Se mantuvo el tiempo necesario para que el fruto tome la temperatura de 10°C; 12°C y 14°C

f) Escurrido

Eliminación agua del preenfriamiento mediante coladores para un mejor almacenamiento.

g) Empacado

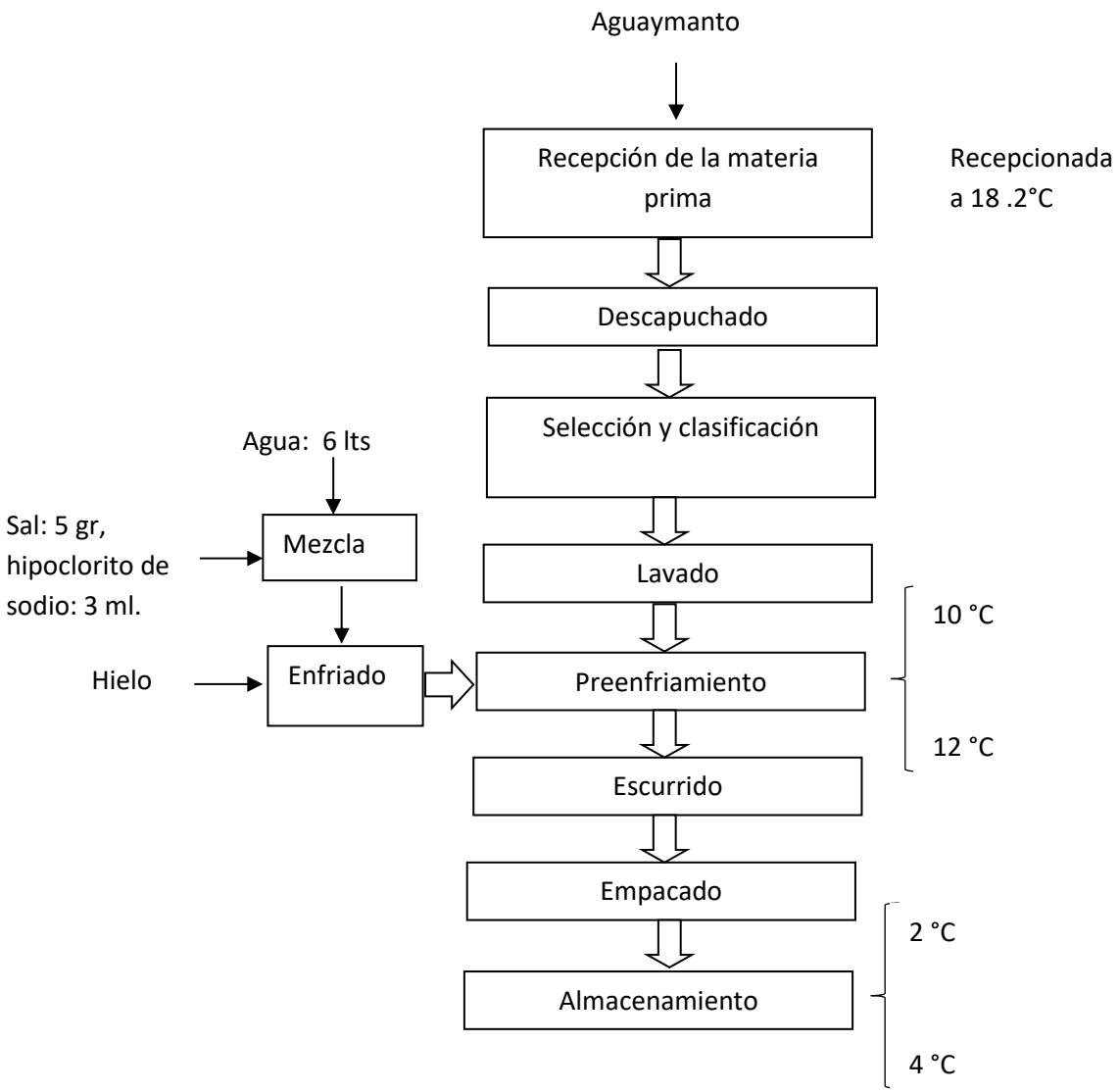
Bolsas de polietileno de alta densidad con 500 gr de aguaymanto.

h) Almacenamiento

En refrigeración a temperaturas de 2°C, 4°C y 6 °C con una humedad relativa de 95%. durante 10, 15 y 20 días para efectos de este estudio.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Gráfico N°09: Diagrama de flujo del proceso para la conservación del aguaymanto por hidrorefrigeración:



4.2.2.- Análisis estadístico:

Según Larmond (1977) citado por Anzaldúa A. (1994) menciona que cuando se lleva a cabo pruebas sensoriales con este tipo de jueces (semi entrenados), el numero requerido de participantes debe ser al menos de siete, y como máximo 15.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Se comparó las características organolépticas como: olor, color, sabor, textura y aceptabilidad el cual se utilizaron a 10 panelistas semi entrenados (los panelistas fueron preparados – recibieron cierta enseñanza teórica y práctica sobre análisis sensorial - 20 días antes como menciono la bibliografía, los panelistas fueron escogidos de entre los alumnos de la Facultada de ingeniería de industrias alimentarias - UNASAM) que se les proporciono las muestras aleatorias para apreciar dichos atributos mencionados.

Tabla N° 13: Resumen del análisis sensorial con los promedios de los resultados obtenidos.

				calidad sensorial (Promedio)					
Preenfriamiento	Almacenamiento	Tiempo	Vitamina C	aromap	sabor p	Texturap	apariencia p	colorp	Aceptabilidadp
10	2	15	19	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0
12	2	10	18	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3.2
12	2	20	17.5	2.8	2.7	2.9	2.9	2.7	2.8
14	2	15	17.8	2.8	2.8	2.7	2.9	2.8	2.8
10	4	10	20	3.4	3.4	3.3	3.5	3.3	3.4
10	4	20	18	4.6	4.6	4.5	4.6	4.7	4.6
12	4	15	18	2.2	2.1	2.3	2.3	2.2	2.2
12	4	15	18.1	2.4	2.4	2.5	2.3	2.2	2.4
12	4	15	18	2.5	2.3	2.4	2.5	2.4	2.4
14	4	10	17.6	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6
14	4	20	17.4	1.4	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4
10	6	15	17.5	2.4	2.5	2.4	2.4	2.5	2.4
12	6	10	17.4	2.2	2.2	2.3	2.2	2.1	2.2
12	6	20	16.8	1.6	1.6	1.7	1.5	1.5	1.6
14	6	15	17	1.9	2.1	2.0	2.1	1.9	2.0

Como se aprecia en la tabla N° 13, el tratamiento que obtuvo mejor aceptabilidad fue el que se pre enfrió a 10 °C, almacenado a 4 °C y almacenado un tiempo de 20 días. Con un promedio de 4.6 de aceptabilidad.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.2.2.1.- Análisis de resultados

Para el presente trabajo de investigación se trabajó con tres factores:

Temperatura de pre-enfriamiento: Las temperaturas a usarse serán de 10 °C, 12 °C y de 14 °C.

Temperatura de almacenamiento: Las Temperaturas serán de 2 °C, 4 °C y 6 °C.

Tiempo: se controlarán (análisis sensorial y contenido de vitamina C) en un lapso de 10, 15, 20 días.

Usando Diseño de Box-Behnken, primeramente, iniciaremos realizando un ANOVA para superficies de respuesta:

Para ello la variable dependiente es la variable aceptabilidad promedo del análisis sensorial.

Tabla N° 14: Análisis de Varianza.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	9	8.58667	0.95407	5.77	0.034
Lineal	3	3.74000	1.24667	7.54	0.026
Preenfriamiento	1	1.62000	1.62000	9.80	0.026
Almacenamiento	1	1.62000	1.62000	9.80	0.026
Tiempo	1	0.50000	0.50000	3.02	0.143
Cuadrado	3	1.93667	0.64556	3.90	0.088
Preenfriamiento*Preenfriamiento	1	0.95410	0.95410	5.77	0.061
Almacenamiento*Almacenamiento	1	0.31410	0.31410	1.90	0.227
Tiempo*Tiempo	1	0.61564	0.61564	3.72	0.112
Interacción de 2 factores	3	2.91000	0.97000	5.87	0.043
Preenfriamiento*Almacenamiento	1	0.01000	0.01000	0.06	0.816
Preenfriamiento*Tiempo	1	2.89000	2.89000	17.48	0.009
Almacenamiento*Tiempo	1	0.01000	0.01000	0.06	0.816
Error	5	0.82667	0.16533		
Falta de ajuste	3	0.80000	0.26667	20.00	0.480
Error puro	2	0.02667	0.01333		
Total	14	9.41333			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.406612	91.22%	75.41%	0.00%

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Como se observa el resumen del modelo, el análisis de varianza nos manifiesta que el factor preenfriamiento, almacenamiento son significativos para un modelo lineal, mas no el tiempo a una confianza de 95% de seguridad.

Para el modelo que se generara; en los términos cuadráticos el factor Preenfriamiento es importante para modelar ya que ayudarae pronosticar aproximadamente un 91.22% de los puntos.

En cuanto a las interacciones, podemos manifestar que la interacción del factor pre enfriamiento y tiempo es importante para pronosticas la aceptabilidad promedio.

Resumiendo, los tres factores son significativos en un análisis de superficie de respuesta y la combinación de estos tres factores nos permite pronosticar aproximadamente un 91.22% de los puntos, es decir el modelo generado tiene un buen ajuste.

En el siguiente resumen tenemos los coeficientes que tiene a cada factor en sus niveles mencionados en la primera parte del análisis:

Tabla N° 15: Coeficientes codificados.

Coeficientes codificados

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	VIF
Constante		2.333	0.235	9.94	0.000	
Preenfriamiento	-0.900	-0.450	0.144	-3.13	0.026	1.00
Almacenamiento	-0.900	-0.450	0.144	-3.13	0.026	1.00
Tiempo	-0.500	-0.250	0.144	-1.74	0.143	1.00
Preenfriamiento*Preenfriamiento	1.017	0.508	0.212	2.40	0.061	1.01
Almacenamiento*Almacenamiento	-0.583	-0.292	0.212	-1.38	0.227	1.01
Tiempo*Tiempo	0.817	0.408	0.212	1.93	0.112	1.01
Preenfriamiento*Almacenamiento	-0.100	-0.050	0.203	-0.25	0.816	1.00
Preenfriamiento*Tiempo	-1.700	-0.850	0.203	-4.18	0.009	1.00
Almacenamiento*Tiempo	-0.100	-0.050	0.203	-0.25	0.816	1.00

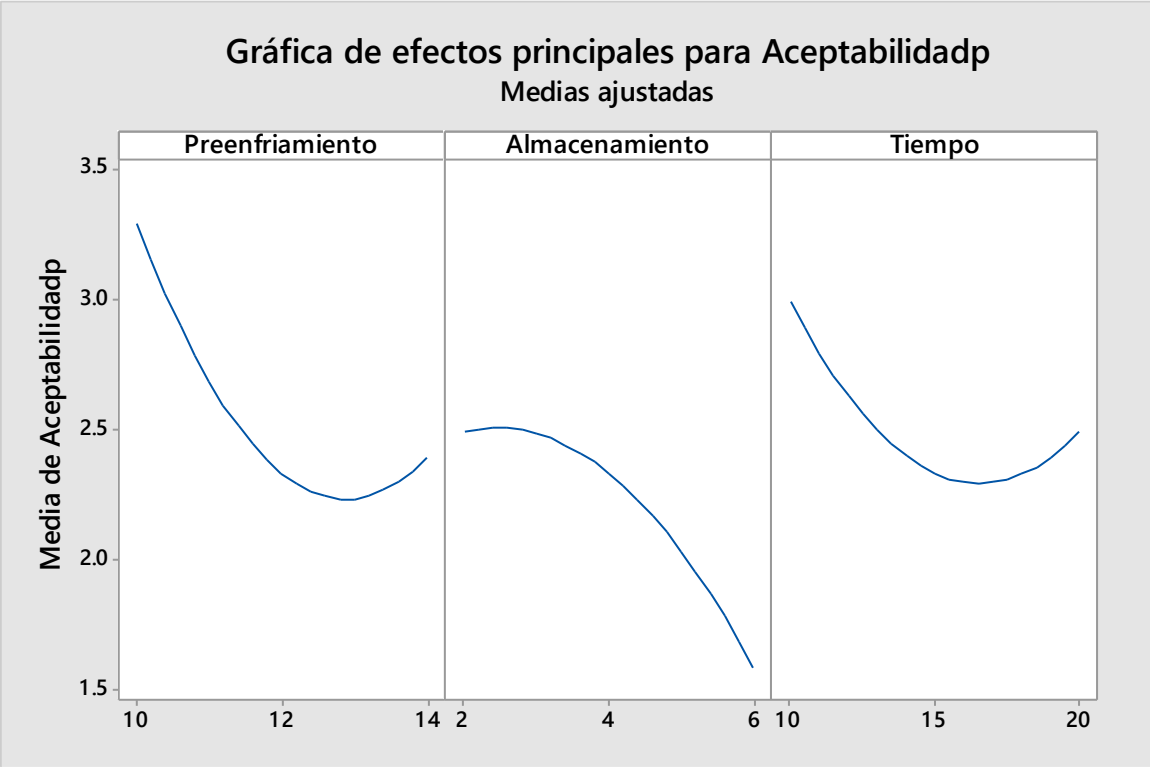
Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Manejando el diseño de Box-Behnken se tiene la ecuación siguiente para proyectar la aceptabilidad óptima del producto:

```
Aceptabilidadp = 11.29 - 1.95 Preenfriamiento + 0.583 Almacenamiento + 0.500 Tiempo
                 + 0.1271 Preenfriamiento*Preenfriamiento
                 - 0.0729 Almacenamiento*Almacenamiento + 0.01633 Tiempo*Tiempo
                 - 0.0125 Preenfriamiento*Almacenamiento - 0.0850 Preenfriamiento*Tiempo
                 - 0.0050 Almacenamiento*Tiempo
```

Con esta ecuación vamos a poder obtener el óptimo de aceptabilidad en las distintas muestras que se corrieron con el diseño de Box Behnken. Como se apreciará en las siguientes gráficas.

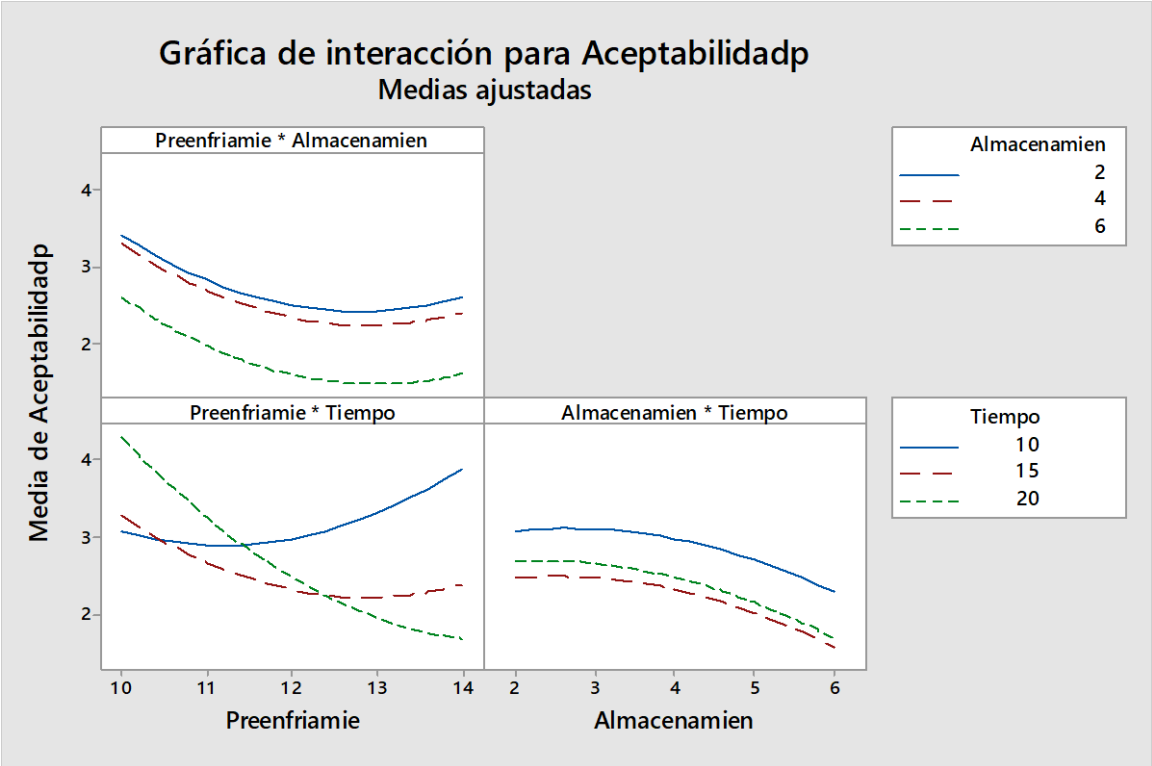
Gráfico N° 10: Gráfica de efectos principales para aceptabilidad



En las gráficas de efectos principales podemos observar que el preenfriamiento tiene una interacción significativa con el factor tiempo.

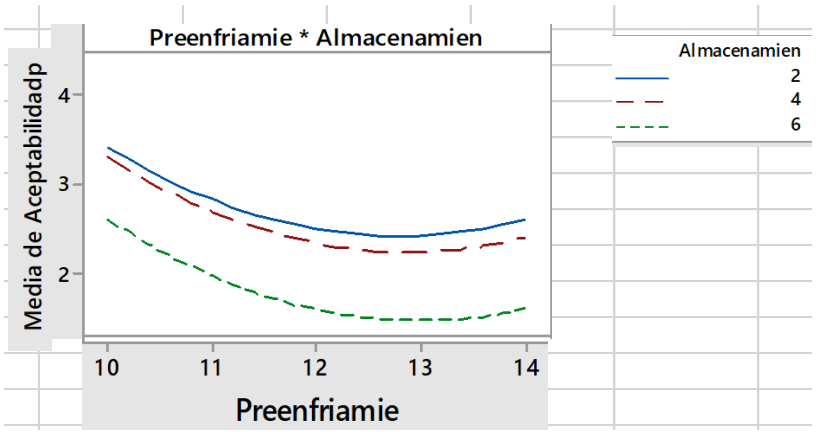
Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Gráfico N° 11: Gráfica de interacción para la aceptabilidad.



Se desprende del gráfico N° 11 los siguientes gráficos:

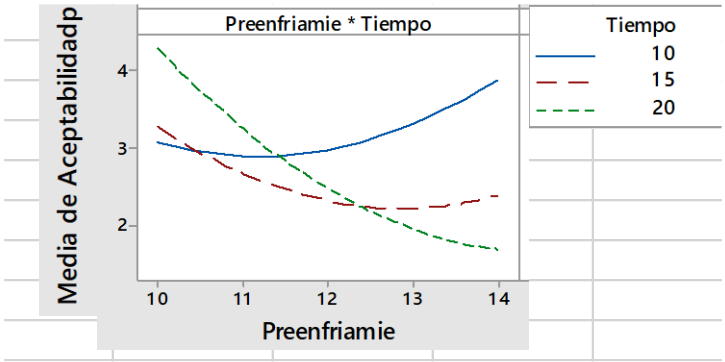
Gráfico N°12: Gráfica de interacción para la aceptabilidad (pre enfriamiento y almacenamiento)



Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

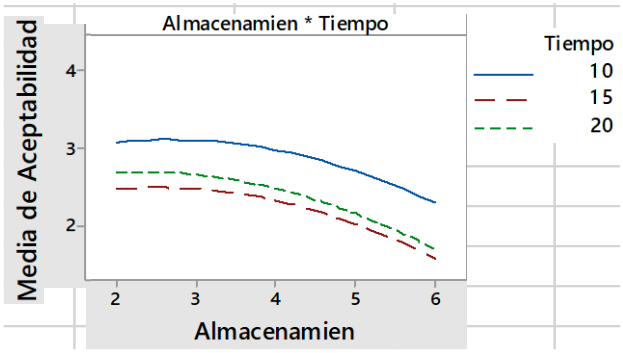
En la gráfica se observa que el punto más óptimo de aceptabilidad se puede asociar a una temperatura de pre enfriamiento de 10 °C. con un almacenamiento a 2 °C

Gráfico N°13: Gráfica de interacción para la aceptabilidad (pre enfriamiento y tiempo)



En la gráfica podemos observar un pre enfriado a temperatura baja obtendrá un mejor comportamiento en su aceptabilidad, esto acompañado del tiempo.

Gráfico N° 14: Gráfica de interacción para la aceptabilidad (Almacenamiento y tiempo)



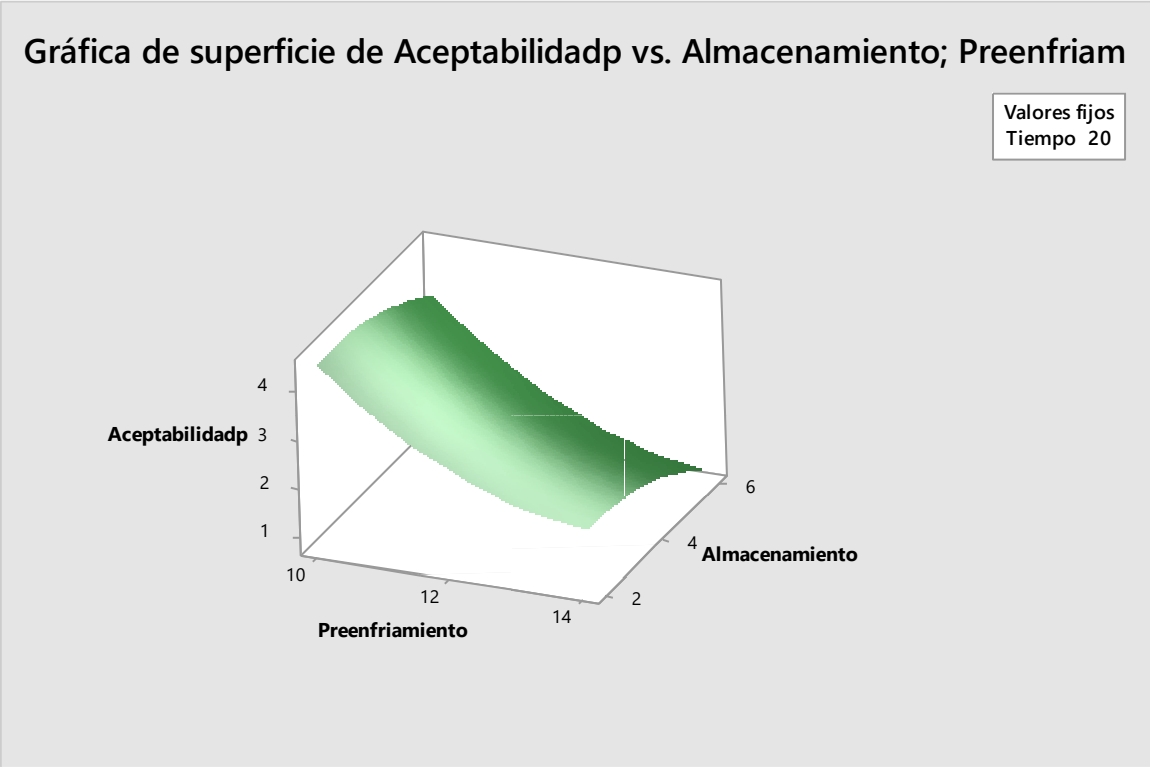
Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

En las gráficas de efectos principales y de interacción de los niveles de los factores podemos observar que el preenfriamiento tiene una interacción significativa con el factor tiempo.

Las gráficas dejan ver también que, a temperaturas baja, la aceptabilidad traducida en conservación del producto es mayor si se logra combinar temperaturas bajas de preenfriamiento y de almacenamiento.

Lo que podemos ver también es que combinaciones te temperaturas bajas de preefriamiento y de almacenamiento logran un mejor comportamiento en el tiempo con cierta variación en su aceptabilidad.

Gráfico N° 15: Gráfica de superficie de Aceptabilidad vs. Almacenamiento.

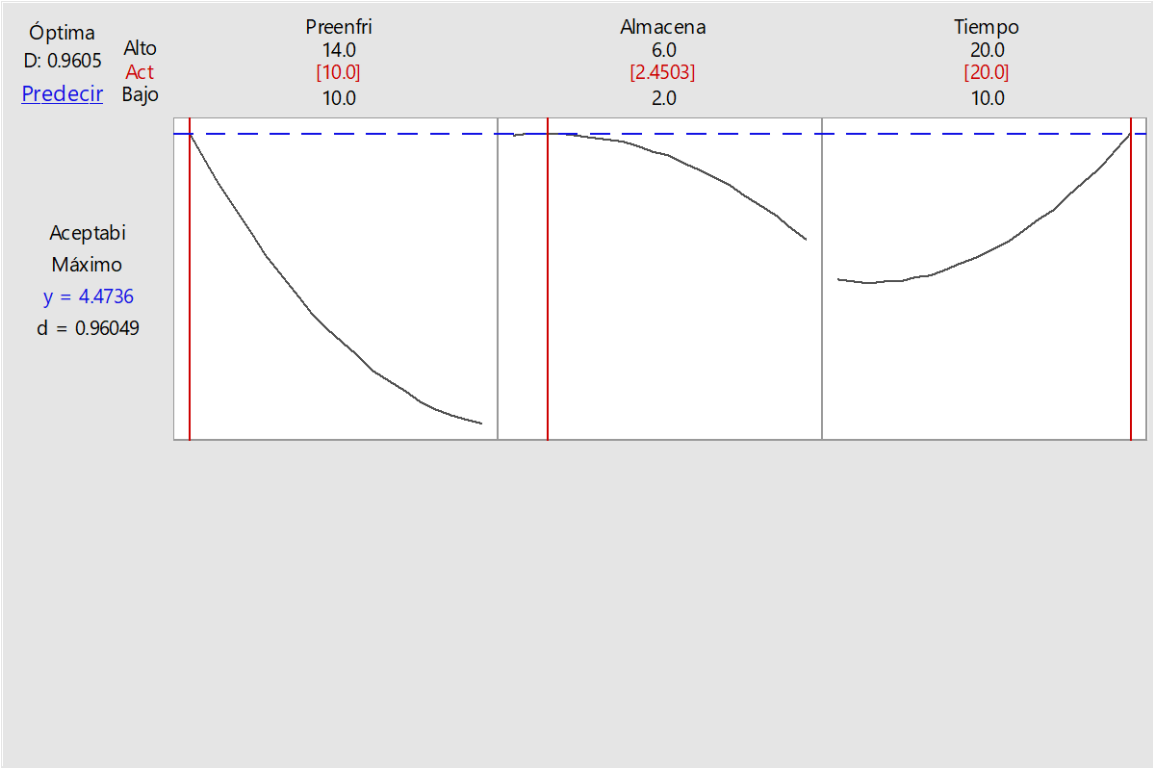


Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

En la gráfica de superficie observamos que la aceptabilidad promedio máxima es en preenfriamiento 10 °C y almacenamiento de 2.5 °C con un tiempo fijo de 20 días,

P ara corroborar esta afirmación optimizaremos la respuesta teniendo el siguiente resultado:

Gráfico N° 16: Gráfica de optimización del resultado.



Como se observa en el gráfico de optimización, se puede reafirmar lo dicho con el grafico de superficie de respuesta, es decir la puntuación optima de la aceptabilidad se consigue teniendo en cuenta el nivel de preenfriamiento de 10 °C, con un almacenamiento de 2.45°C y tiempo de 20 días a una confianza de 95%.

Prediciendo con los valores puntuales anteriormente mencionados para cada nivel del factor, tendríamos:

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

```
Predicción de respuesta múltiple

                  Valor de
Variable          configuración
Preenfriamiento   10
Almacenamiento    2.45028
Tiempo            20

                          EE de
Respuesta        Ajuste   ajuste     IC de 95%        IP de 95%
Aceptabilidadp    4.474    0.421  (3.391; 5.556)   (2.969; 5.978)
```

Como se observa en los resultados el valor promedio de aceptabilidad es de 4.47 cercano a 5, siempre hablando a una seguridad de 95%.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.3. ETAPA III: Evaluación de las características físico – químicas del aguaymanto del tratamiento óptimo.

4.3.1 Medidas Biométricas:

Se tomó 10 frutos de aguaymanto para realizar las medidas biométricas, reportando los resultados en la tabla N° 16 donde al final se aprecia el promedio de la longitud, diámetro y peso.

Tabla N° 16: Promedio de las medidas biométricas del aguaymanto, tratamiento óptimo.

N° ORDEN	DIAMETRO MAYOR (mm)	DIAMETRO MENOR (mm)	PESO (gr)
1	18.55	18.24	9.79
2	18.73	17.81	8.53
3	19.23	18.59	9.76
4	17.86	18.29	9.14
5	19.23	18.62	9.86
6	18.87	17.61	8.2
7	19.03	18.32	9.44
8	18.78	17	8.82
9	18.56	18.05	8.75
10	18.99	17.55	8.32
PROMEDIO	18.783	18.008	9.061

Se observa en la tabla N° 16 las medidas promedio fueron el promedio del diámetro mayor 18.783 mm, promedio del diámetro menor 18.008 mm. y el peso promedio es de 9.061 gr. respectivamente y de acuerdo a Dostert *et al* (2011) menciona que las bayas maduras son amarillas a anaranjadas, 1—2 cm de longitud y 1-1.5 cm ancho (diámetro) y pesan 4—10 gr. y de acuerdo a los resultados

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

obtenidos los frutos de aguaymanto estan dentro de los parámetros.

4.3.2 Análisis de vitamina C, tratamiento óptimo

El análisis de vitamina C del aguaymanto de tratamiento óptimo se tomó dando los resultados que se reportan en la tabla N° 17

Tabla N° 17: Análisis de vitamina C, tratamiento óptimo.

ENSAYO (10/04/20/18) N° 000786	RESULTADO
Vitamina C (mg / 100g de muestra original)	18,0

La evaluación de vitamina C reporta 18,0 existe una ligera variación con lo reportado por Bernal (1986) que es 26,0, y Encina (2006) que es 28,55 lo cual puede ser por varios factores como la variedad de requerimientos edafológicos (clima, humedad y suelo), las cuales no han sido las mismas además las condiciones de almacenamiento.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

4.3.3 Análisis químico – proximal del aguaymanto, tratamiento óptimo

Para realizar el análisis químico - proximal del aguaymanto se tomó la muestra de tratamiento óptimo, en tal sentido los resultados se reportan en la tabla N° 18

Tabla N° 18: Análisis físico – químico proximal del aguaymanto, tratamiento óptimo.

ENSAYO (10/04/20/18) N° 000786	RESULTADO
cantidad recibida : 400 gr	
forma de presentacion: 500 gr - 4 °C	
fecha de recepcion: 07/02/2015	
1.- % Kcal. Proveniente de Grasa	o,o
2.- % Kcal. Proveniente de Proteínas	7,3
3.- Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	17,8
4.- Energía Total (Kcal / 100 g de muestra original)	76,8
5.- Proteína (g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	1,4
6.- Cenizas (g / 100 g de muestra oiginal)	0,8
7.- % Kcal. Proveniente de Carbohidratos	92,7
8.- Grasa (g / 100 g de muestra original)	0,0
9.- Humedad (g / 100 g de muestra original)	80,0
10.- Vitamina C (mg / 100g de muestra original)	18
11.- Solidos Solubles (g / 100 g de muestra original)	14,4
Fecha de ejecución de ensayo: 07/02/15 al 12/02/15	

En lo que respecta a la composición físico-química del aguamanto específicamente con la humedad (80.0), proteína (1.4), grasa (0.0), carbohidratos (17.8), y ceniza (0.8), para esto Duque (2011) muestra una humedad de 80,0, en proteínas Tapia (2000) muestra 0.1 pero Bernal (1986) indica 1.1, respecto a la cantidad de grasa encontrada) Tapia (2000) muestra 0.5 y Bernal (1986) 0.4, por otro lado en la cantidad de carbohidratos Tapia (2000) muestra 19.3 y Bernal (1986) 13., por ultimo las cenizas mostrada por Tapia

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

(2000) es de 1.0 y la encontrada por Bernal (1986) 1.0, estas diferencias encontradas en nuestro estudio puede ser por varios factores como la variedad de requerimientos edafológicos (clima, humedad y suelo), las cuales no han sido las mismas además las condiciones de almacenamiento.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

V. CONCLUSIONES.

5.1 Conclusión general:

- Con la gráfica del diseño de Box Behnken utilizado para este estudio observamos que la aceptabilidad promedia máxima es aproximadamente en preenfriamiento 10 °C y almacenamiento de 2.5 °C con un tiempo fijo de 20 días a una confianza de 95%. Lo que nos indica optima evaluación del efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en la calidad sensorial y contenido de vitamina C de aguaymanto pre enfriado por hidrorefrigeración. Grafica N° 16.

5.2 Conclusiones especificas

- De acuerdo a la Tabla N° 10, tabla N° 11 y tabla N° 12 el aguaymanto proveniente del fundo La Cabaña en Acopampa ubicado en Carhuaz-Callejón de Huaylas, departamento de Ancash, cumple tanto en sus promedios de medidas biométricas, análisis físico - químicos y análisis químico proximal, por lo tanto, podemos decir que está dentro de los parámetros encontrados en la bibliografía.
- La grafica N° 16 que optimiza el resultado nos muestra que la temperatura de pre enfriamiento por hidrorefrigeración, temperatura de almacenamiento que conserva mejor tanto la calidad sensorial y vitamina C del aguaymanto es de 10 °C y 2 °C respectivamente.
- Las medidas biométricas, el análisis físico – químico y el análisis químico proximal de nuestro tratamiento optimo se encuentran dentro

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

de las características y resultados previstos en la revisión bibliográfica como se muestran en las tablas N° 16, tabla N° 17 y tabla N° 18 respectivamente.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

VI. RECOMENDACIONES.

- Realizar estudios desde la pre-cosecha del aguaymanto para de esta manera optimizar los estudios.
- Realizar estudios para calcular el tiempo de hidrorefrgeracion necesaria para que el centro del producto, en este caso aguaymanto, llegue a la misma temperatura que el del refrigernte.
- Realizar estudios donde se evalué la pérdida de peso de los aguaymanto durante el almacenamiento en refrigeración.
- Realizar el mismo estudio teniendo en cuenta temperaturas de almacenamiento a 3 °C, 5 °C y 7 °C; por la cercanía que arroja los datos del presente estudio a la temperatura de 3 °C.
- Realizar estudios de investigación en cuanto a las ventajas de diferentes tipos de empaques para frutas y hortalizas.

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

7.1. Alarcón, J. (2002). *Caracterización citogenética y respuesta al cultivo in vitro de tres accesiones de Physalis peruviana L*. Tesis. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

7.2. Almanza, P., Fischer, G. (2013) Fisiología del cultivo de la uchuva (physalisperuvianal.).[Enlínea]<http://fruticultura.cav.udesc.br/wpcontent/uploads/2012/04/pedro_jose_almanza_merchan_y_gerhard_fischer2.pdf > [consulta: 20 enero 2013]

7.3. Alvarado, P, Verdugo, C. y Fisher, G. (2004). *Efecto de un tratamiento de frío (1.5°C) y la humedad relativa sobre las características físico-químicas de frutas de uchuva (Physalis peruviana L.) durante el posterior transporte y almacenamiento*. Agronomía Colombiana 22(2): 148.

7.4. Anzaldúa, A. (1994) *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica.* Editorial Acribia, S. A. Zaragoza (España).46p.

7.5. Aguaymanto: Por estas cualidades nutritivas debes consumir está súper fruta peruana, 2014. [fecha de consulta: 15 de marzo de 2015] Disponible en: https://andina.pe/agencia/noticia-aguaymanto-estas-cualidades-nutritivas-debes-consumir-esta-super-fruta-peruana

7.6. Angelfire, (2014). [En línea]. - ingenieria agricola por colombia, 3 de Noviembre de 2001. - 13 de Marzo de 2014. - Recuérado de: http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/preefriamiento.htm#inicio.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

7.7. Araujo, G. (2007). *Cultivo del aguaymanto o tomatillo - Phisalis peruviana*. Serie: manejo técnico en los andes del Perú. Cajamarca- Perú

7.8. Arias, C. y Toledo, J. (2000) *Manual del manejo postcosecha de frutas tropicales*. FAO (Roma, Italia),

7.9. A.O.A.C. Association Of Official Analytical Chemists. (1980) Official Methods 932.12 Solids (Soluble) in fruits and fruit products. Refractometer Method. Washinton D.C., Estados Unidos.

7.10. A.O.A.C. Association Of Official Analytical Chemists (1965). Official Methods 942.15 Acidity (Titratable) of fruit products. Washinton D.C., Estados Unidos.

7.11. A.O.A.C. Association Of Official Analytical Chemists. (1982). Official Methods 981.12 pH of Acidified Foods. Washinton D.C., Estados Unidos.

7.12. AOAC, (2012). Official methods of analysis, Association of official analytical chemist 19th edition, Washington D.C., USA.

7.13. Ayala, J.; Pardo, R. 1995. Optimización por Diseños Experimentales con Aplicaciones en Ingeniería. CONCYTEC. Lima - Perú.

7.14. Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos.* Editorial Pearson Educación, México.

7.15. Basoalto, H. (2004). *Cultivo de Physalis peruviana Linnaeus, en comuna de Yerbas Buenas, Región del Maule*, Chile.

7.16. Bernal, J. (1986). Ciencia y Agricultura: "*Generalidades Sobre El Cultivo De La Uchuva*". Facultad de ciencias agropecuarias UPTC – TUNJA. Editorial Rana y el Águila. Colombia.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

7.17. Botero, A. (2008). *Aplicación de la Ingeniería de Matrices en el desarrollo de la uchuva mínimamente procesada fortificada con calcio y vitamina C y E. Tesis (Magíster en Ciencias Farmacéuticas énfasis en Alimentos)*. Medellín, Colombia. Universidad de Antioquía.

7.18. Box G. E. P. y. Behnken D. W, (1960) "Some New Three Level Designs for the Study of Quantitative Variables," Technometrics,.

7.19. Brand, W., Cuvelier, R., & Berset, C. (1995). *Use of free radical method to evaluate antioxidant activity*. Technol,

7.20. Calzada, J. (1980). *Nuevo manual de Industrias Alimentarias*. Edit. Mundi-Presa. Madrid, España.

7.21. Calzada, J. (1980). 143 *Frutas nativas.* Editorial El Estudiante. UNALM – Perú.

7.22. Cedeño, M., Montenegro, D. (2004). *Plan exportador, logistico y de comercialización de uchuva al mercado de Estados Unidos para frutexpo s.c.i. ltda.* Tesis (Ingeniería Industrial). Bogotá, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería.

7.23. Cintra, R., & ManciniI-Filho, J. (2002). *Efeito antioxidante de especiarias: avaliação e comparação de métodos in vitro e in vivo.* Nutrire.

7.24. Collazos, C. (1993). *La composición de alimentos de mayor consumo en el Perú*. (6.a ed.). Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Nutrición.

7.25. Comunidad Andina, (2004). Frutas y Hortalizas Andinas para el Mundo.

7.26. Curso Formación Técnico en "Laboratorio de Diagnóstico Clínico", 2014. [fecha de consulta: 15 de marzo de 2015] Disponible en:

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

http://elblogdeadepi.blogspot.com/p/resumen-analisis-bioquimicofundamentos.html.

7.27. Cruzat, R., Honorato, C. (2010). *Resultados y lecciones en Cultivo de Goldenberry (Physalis peruviana L.) en la zona central de Chile*. Santiago, Chile.

7.28. De Ramón, A. (2019). *Aplicación de técnicas de modelado para la optimización de la energía generada en pilas de combustible microbianas.* Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena

7.29. Dostert, N, Roque, J, Cano, A, La Torre, M, y Weingend, M. (2011). *Hoja Botánica: Aguaymanto.* Museo de Historia Natural – UNMSM. Perú.

7.30. Duque, L, Giraldo, A, y Quintero, D. (2011). *Caracterización de la fruta,pulpa y concentrado de uchuva (Physalis Peruviana L.)*. Revista Temas Agrarios 16 (1):75 – 83.

7.31. Encina, C. (2008). *Efecto del estado de madurez en los compuestos Bioactivos y capacidad antioxidante del aguaymanto (Physalis peruviana)*. Tesis UNALM – Perú.

7.32. Espectroscopia Ultravioleta-Visible, actualizado 29 de septiembre de 2014. [fecha de consulta: 18 de marzo de 2015] Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Espectroscopia_ultravioleta-visible.

7.33. Fernández, J. (2005). *Tecnología de los Alimentos.* [en línea]. Almería, España <http://www.ual.es/~jfernand/TA/Tema8/Tema8-Esterilizacion> [consulta: 02 Febrero 2013].

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

7.34. Ferreira S. L. C. et al., (2007) "Box-Behnken design: An alternative for the optimization of analytical methods," Analytica Chimica Acta.

7.35. Fogliano, V., Verde, V., Randazzo, G., & Ritieni, A. (1999). *Method for measuring antioxidant activity and its application to monitoring the antioxidant capacity of wines*. J. Agric. Food Chem.

7.36. Gálvez, A. (2004). *"Consecuencias para la industria alimentaria de la utilización de organismos modificados genéticamente". En: Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto. Julio Muñoz Rubio (coordinador).* Siglo XXI Editores SA de CV. ISBN 968-23-2544-7. México, D.F. pp. 219-231.

7.37. Ganga, M, Piñaga, F, Vallés, S, Ramón, D. y Quero, L. (1999). *"Aroma improving in microvinification processes by the use of a recombinant wine yeast strain expressing the Aspergillus nidulans xlnA gene".* International Journal of Food Microbiology. 47(3):171-178.

7.38. Grández, G. G. (2008). *Evaluación sensorial y físico-química de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones*. (Tesis de grado). Universidad de Piura, Piura. Perú.

7.39. Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., y Fett, R. (2006). *Capacidad antioxidante ORACfl de pulpas de frutos congelados*. Nutrire: Revista da sociedade brasileira de alimentação e nutrição.

7.40. Hernández, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Facultad de ciencias básicas e Ingeniería, UNAD, Bogota.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

7.41. Hernández, E. y J. León (1992). *Cultivos marginados, otra perspectiva de 1942*. Colección FAO. Producción y protección vegetal N° 26.

7.42. HPLC Detectors, 2014 [fecha de consulta 19 de marzo de 2015] Wake Forest UniversityDisponibleen:http://www.wfu.edu/chemistry/courses/jonesbt/334/HPLCdetectors.ppt.

7.43. Liu, Q, Singh, S. y Green, A. (2000). *"Genetic modification of cotton oil using inverted- repeat gene-silencing techniques"*. Biochemical Society Transactions, part 6. (28):927-929.

7.44. López, C. (1976). Nutricionista – *dietista de CONFENALCO* – Colombia.

7.45. Lozano, J. A. (2009). *Plan exportador de uchuva y pitahaya al mercado de Estados Unidos para EXPOFRUVER LTDA*. Facultad de Ciencias Empresariales, carrera Administración de Empresas, Bogotá.

7.46. Medina, L. A. (2010) Técnicas para la determinación de compuestos antioxidantes en alimentos. Autodidacta.

7.47. Menéndez, J. Vellon, L, Colomer, R. y Lupu, R. (2005). *"Oleic acid, the main monounsaturated fatty acid of olive oil, suppresses Her-2/neu (erbB-2) expression and synergistically enhances the growth inhibitory effects of trastuzumab (HerceptinTM) in breast cancer cells with Her-2/neu oncogene amplification"*. Annals of Oncology 16(3):359-371; doi:10.1093/annonc/mdi090.

7.48. Mesa-Vanegas, A., Gaviria, C., Cardona, F., Sáez-Vega, J., Trujillo, S. B., y Rojano, B. (2009). *Actividad Antioxidante y Contenido de Fenoles Totales de*

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

Algunas Especies del Género Calophyllum. Escuela de Química, Laboratorio de Ciencias de los Alimentos. Medellin: Universidad Nacional de Colombia Sede Medellin.

7.49. Meza-Velázques, J., Reyes, C., García, C., Alanís, M. (2013). "Aplicación De Hidroenfriamiento Y Una Cubierta De HPMC-Parafina Para Aumentar La Vida De Anaquel De Melón Cantaloupe". Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nueva León. Facultad de Ciencias Biológicas.

7.50. Navarro, L. (2015). "*Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta industrial de envasado de aguaymanto (Physalis peruviana L.) fresco, en Ayacucho"*

7.51. Park, S, Kang, T, Kim, C., Han, J, Kim, S, Smith, R., Pike, M., y Hirschi, K. (2005). *"Genetic Manipulation for Enhancing Calcium Content in Potato Tuber".* J. Agric. Food Chem. 53:5598-5603

7.52. Palacios, J. (1993)*." Plantas Medicinales Nativas Del Perú".* CONCYTEC – Perú.

7.53. Pedrero, D.; Pangborn, R. 1989. *Evaluación Sensorial de los Alimentos Métodos analíticos*. México, Alambra.

7.54. Pérez, J. M., (2005). *Cromatografía liquida de alta eficacia.* E.C. Clin, Educación continuada en el laboratorio clínico.

7.55. Quirasco, M. y Gálvez, A. (2003). *"Biotecnología Moderna: OVMs, Evaluación de Riesgos y Aspectos Regulatorios en México".* Memorias del Primer Encuentro Internacional de Derecho Ambiental. Instituto Nacional de Ecología.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT) ISBN: 968-817-584-6. México DF. pp. 519-532.

7.56. Restrepo, A. (2008). *Nuevas perspectivas de consumo de frutas: Uchuva (Physalis peruviana L.) y Fresa (Fragaria vesca L.) mínimamente procesadas fortificadas con vitamina E.* Tesis (Magíster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos). Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

7.57. Ronceros, B., Leiva J., Burgos, E., pardo, L. (2008) Efecto de la temperatura y tiempo de almacnamiento sobre la calidad del tomate deshidratado. Chile: la serena

7.58. Salinas, M. (2015). *Cuantificación de antioxidantes en alimentos naturalesy artificiales.* Tesis de pre grados. Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Escuela de Ciencias Química.

7.59. Sánchez, J., Parra, M., Silva, M., y Pedroza, D. (2011). EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA VIABILIDAD EN SEMILLAS DE ZÁMOTA (Coursetia glandulosa, Gray). México: Biotenica

7.60. Sancho, J. V., Bota, E. P., y Castro J., M. (1998). "*Introducción al análisis sensorial de los alimentos".* Barcelona: Universidad de Barcelona.

7.61. Sepulveda, E. (1994). *"El Capulí: Un Fruto exótico con posibilidades de agroindustrializarse"*. Revista Alimentos N° 2 Vol. 19. Chile.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

7.62. Tapia, M. (2000). *Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación.* Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.

7.63. Técnicas de separación para la determinación de pesticidas en frutas y verduras, 22 de Mayo de 2010. [Fecha de consulta: 15 de enero de 2015] Disponible en: http://trabajo-analisis-quimico.blogspot.com/2010/05/tarea-4- tecnicas-de-separacion-para-la.html.

7.64. Torres, J. (2011). *Elaboración del néctar de uvilla physalis peruviana l, utilizando sacarina, dos concentraciones de estabilizante y dos tiempos de pasteurización*. Tesis (Ingeniería Agroindustrial). Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales,

7.65. Ureña, M., D`Arrigo, M., Girón, O. 1999. *Evaluación Sensorial de los Alimentos, Aplicación Didáctica*. Lima, Perú.

7.66. Valencia, M. (1985). *Anatomía del fruto de la uchuva*, en Acta Biológica Colombiana 1(2), 1985. Pp. 63-69.

7.67. Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., Elías, L. 1995. *Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos.* Ottawa, Canadá.

7.68. Wills, R., Lee, T., Graham, D., McGlasson, W. y Hall, E. (1994) *Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post recolección*. Acribia, S. A. Zaragoza (España). 192p.

7.69. Yauri, J. (2004) "*Determinación del tiempo óptimo de pre enfriamiento mediante hidrorefrigeración de la lechuga (Lactuca Sativa L.) para su*

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

almacenamiento". Tesis de pre grados. Perú. Universidad Nacional de Ancash Santiago Antunez de Mayolo, Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

VIII. ANEXOS.

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

Anexo N° 01: INFORME DE ENSAYOS N° 000737 – 2015 - Materia prima

LA MOLINA CALIDAD TOTAL
LABORATORIOS

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos

INFORME DE ENSAYOS
N° 000737 - 2015

SOLICITANTE	: LUIS PALACIOS FIGUEROA
DIRECCIÓN LEGAL	: PJ. PUMAKAYAN S/N REFERENCIA A UNA CUADRA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA RUC: — Teléfono: 954862244
PRODUCTO	: AGUAYMANTO
NÚMERO DE MUESTRAS	: Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA.	: S.I.
CANTIDAD RECIBIDA	: 400 g (+ envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S)	: S.M
FORMA DE PRESENTACIÓN	: Envasado, muestra ingresa en bolsa sellada, 500 gr. aprox. A temperatura de18ºC
SOLICITUD DE SERVICIO	: S/S N°EN-000429 -2015
REFERENCIA	: ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN	: 27/01/2015
ENSAYOS SOLICITADOS	: FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA	: 10 Días, a partir de la fecha de recepción.

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ENSAYO	RESULTADO
1.- % Kcal. proveniente de Grasa	0,0
2.- % Kcal. proveniente de Proteínas	6,3
3.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	18,4
4.- Energía Total(Kcal / 100 g de muestra original)	76,8
5.- Proteína(g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	1,4
6.- Cenizas(g / 100 g de muestra original)	0,8
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	91,7
8.- Grasa(g / 100 g de muestra original)	0,0
9.- Humedad(g / 100 g de muestra original)	82,0
10.- Vitamina C(mg / 100 g de muestra original)	19,0
11.- Sólidos Solubles(g / 100 g de muestra original)	13,4

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
2.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
4.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
5.-AOAC 920.152 Cap. 37 Ed. 19 Pág. 10 2012
6.- AOAC 940.26 (A) Cap. 37 Ed. 19 Pág. 10 2012
7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
8.- AOAC 930.09 Ed. 19 Cap. 3 Pág. 24 2012
9.- AOAC 920.151 Ed. 19 Cap. 37 Pág. 6 2012
10.- AOAC 967.21 Ed. 19 Cap. 45 Pág. 22-23 2012

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 000737 - 2015

Av. La Universidad 595 La Molina Lima - Perú
Telefaxes: (511) 3495640 - 3492507 - 3495794 - 3492191
E-mail: calitot@infonegocio.net.pe / mktg@lamolina.edu.pe
Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos

INFORME DE ENSAYOS
Nº 000737 - 2015

11.- NTP 203.072 1977

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 27/01/2015 al 01/02/2015

ADVERTENCIA :

1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.

2.- Se prohibe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.

3.- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INDECOPI-SNA

La Molina, 01 de Febrero de 2015

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS Dirección Técnica

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
M. Sc. Jorge Chavez Perez
DIRECTOR TECNICO
CBP N 2503

Pág 2/2

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Av. La Universidad 595 La Molina Lima - Perú
Telefaxes: (511) 3495640 - 3492507 - 3495794 - 3492191
E-mail: calitot@infonegocio.net.pe / mktg@lamolina.edu.pe
Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Anexo N° 02: INFORME DE ENSAYOS N° 000786 - 2015. - Producto final

LA MOLINA CALIDAD TOTAL
LABORATORIOS

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

INFORME DE ENSAYOS
Nº 000786 - 2015

SOLICITANTE	: LUIS PALACIOS FIGUEROA
DIRECCIÓN LEGAL	: PJ. PUMAKAYAN S/N REFERENCIA A UNA CUADRA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA RUC: --- Teléfono: 954862244
PRODUCTO	: AGUAYMANTO
NÚMERO DE MUESTRAS	: Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA.	: S.I.
CANTIDAD RECIBIDA	: 400 g (+ envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S)	: S.M
FORMA DE PRESENTACIÓN	: Envasado, muestra ingresa en bolsa sellada, 500 gr. aprox. A temperatura de 4°C
SOLICITUD DE SERVICIO	: S/S NºEN-000490 -2015
REFERENCIA	: ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN	: 07/02/2015
ENSAYOS SOLICITADOS	: FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA	: 10 Días, a partir de la fecha de recepción.

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ENSAYO	RESULTADO
1.- % Kcal. proveniente de Grasa	0,0
2.- % Kcal. proveniente de Proteínas	7,3
3.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	17,8
4.- Energía Total(Kcal / 100 g de muestra original)	76,8
5.- Proteína(g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	1,4
6.- Cenizas(g / 100 g de muestra original)	0,8
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	92,7
8.- Grasa(g / 100 g de muestra original)	0,0
9.- Humedad(g / 100 g de muestra original)	80,0
10.- Vitamina C(mg / 100 g de muestra original)	18,0
11.- Sólidos Solubles(g / 100 g de muestra original)	14,4

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

1.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
2.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
3.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
4.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
5.-AOAC 920.152 Cap. 37 Ed. 19 Pág. 10 2012
6.- AOAC 940.26 (A) Cap. 37 Ed. 19 Pág. 10 2012
7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
8.- AOAC 930.09 Ed. 19 Cap. 3 Pág. 24 2012
9.- AOAC 920.151 Ed. 19 Cap. 37 Pág. 6 2012
10.- AOAC 967.21 Ed. 19 Cap. 45 Pág. 22-23 2012

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS Nº 000786 - 2015

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

LA MOLINA CALIDAD TOTAL
LABORATORIOS

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

INFORME DE ENSAYOS
Nº 000786 - 2015

11.- NTP 203.072 1977

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 07/02/2015 al 12/02/2015

ADVERTENCIA :

1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.

2.- Se prohibe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.

3- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

4.- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INDECOPI-SNA

La Molina, 12 de Febrero de 2015

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
Dirección Técnica

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
M. Sc. Ing. Chavez Perez
DIRECTOR TECNICO
CBP N° 2503

Pág 2/2

Av. La Universidad 595 La Molina Lima - Perú
Telefaxes: (511) 3495640 - 3492507 - 3495794 - 3492191
E-mail: calitot@infonegocio.net.pe / mklg@lamolina.edu.pe
Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal

Repositorio Institucional - **UNASAM** - Perú

Anexo N° 03: Cuadro de resultados del mejor tratamiento.

ENSAYO (10/04/20/18) N° 000786 cantidad recibida : 400 gr forma de presentacion: 500 gr - 4 °C fecha de recepcion: 07/02/2015	RESULTADO
1.- % Kcal. Proveniente de Grasa	o,o
2.- % Kcal. Proveniente de Proteínas	7,3
3.- Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	17,8
4.- Energía Total (Kcal / 100 g de muestra original)	76,8
5.- Proteína (g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	1,4
6.- Cenizas (g / 100 g de muestra oiginal)	0,8
7.- % Kcal. Proveniente de Carbohidratos	92,7
8.- Grasa (g / 100 g de muestra original)	0,0
9.- Humedad (g / 100 g de muestra original)	80,0
10.- Vitamina C (mg / 100g de muestra original)	18
11.- Solidos Solubles (g / 100 g de muestra original)	14,4

Fecha de ejecución de ensayo: 07/02/15 al 12/02/15

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Anexo N°04: Test Perfil de Características.

Test de características para el Aguaymanto

Nombre:..... Fecha:..... Hora: .....

Producto:.....

Califique usted, el aroma, sabor, textura, apariencia y color de la muestra de acuerdo a la siguiente escala:

Excelente = 5

Muy bueno = 4

Bueno = 3

Regular = 2

Malo = 1

MUESTRA	AROMA	SABOR	TEXTURA	APARIENCIA	COLOR
429					
135					
243					

OBSERVACIONES: .....

.....

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Anexo N°05: Resultados del análisis sensorial - Aroma.

AROMA														
Preenfriamiento	Almacenamiento	Tiempo	panelista 1	panelista 2	panelista 3	panelista 4	panelista 5	panelista 6	panelista 7	panelista 8	panelista 9	panelista 10	Suma	Promedio
10	2	15	3	2	3	4	3	4	3	4	2	2	30	3
12	2	10	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	32	3.2
12	2	20	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	28	2.8
14	2	15	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	28	2.8
10	4	10	3	4	3	3	4	3	4	4	3	3	34	3.4
10	4	20	4	4	5	4	5	5	5	4	5	5	46	4.6
12	4	15	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	22	2.2
12	4	15	2	2	3	3	2	2	3	2	3	2	24	2.4
12	4	15	2	2	2	3	3	3	2	3	2	3	25	2.5
14	4	10	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	36	3.6
14	4	20	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1	14	1.4
10	6	15	2	2	2	3	2	3	2	3	3	2	24	2.4
12	6	10	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	22	2.2
12	6	20	1	1	2	1	2	2	2	2	2	1	16	1.6
14	6	15	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	19	1.9

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Anexo N°06: Resultados del análisis sensorial - Sabor.

sabor														
Preenfriamiento	Almacenamiento	Tiempo	panelista 1	panelista 2	panelista 3	panelista 4	panelista 5	panelista 6	panelista 7	panelista 8	panelista 9	panelista 10	Suma	Promedio
10	2	15	3	2	4	3	2	4	2	3	3	4	30	3
12	2	10	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	33	3.3
12	2	20	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	27	2.7
14	2	15	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	28	2.8
10	4	10	4	3	3	3	4	4	3	3	3	4	34	3.4
10	4	20	4	4	5	4	5	5	5	4	5	5	46	4.6
12	4	15	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	21	2.1
12	4	15	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	24	2.4
12	4	15	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	23	2.3
14	4	10	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	37	3.7
14	4	20	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	14	1.4
10	6	15	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	25	2.5
12	6	10	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	22	2.2
12	6	20	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2	16	1.6
14	6	15	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	21	2.1

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Anexo N°07: Resultados del análisis sensorial - Textura.

textura														
Preenfriamiento	Almacenamiento	Tiempo	panelista 1	panelista 2	panelista 3	panelista 4	panelista 5	panelista 6	panelista 7	panelista 8	panelista 9	panelista 10	Suma	Promedio
10	2	15	2	3	3	3	3	4	3	2	3	3	29	2.9
12	2	10	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	31	3.1
12	2	20	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	29	2.9
14	2	15	3	2	3	2	3	3	3	3	2	3	27	2.7
10	4	10	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	33	3.3
10	4	20	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	45	4.5
12	4	15	2	2	2	3	2	2	3	3	2	2	23	2.3
12	4	15	3	2	3	3	2	2	3	3	3	1	25	2.5
12	4	15	2	3	3	2	2	2	3	3	2	2	24	2.4
14	4	10	4	3	4	4	3	4	3	3	4	4	36	3.6
14	4	20	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	15	1.5
10	6	15	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2	24	2.4
12	6	10	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	23	2.3
12	6	20	2	2	2	2	1	1	2	2	1	2	17	1.7
14	6	15	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	20	2

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Anexo N°08: Resultados del análisis sensorial - Apariencia.

Apariencia														
Preenfriamiento	Almacenamiento	Tiempo	panelista 1	panelista 2	panelista 3	panelista 4	panelista 5	panelista 6	panelista 7	panelista 8	panelista 9	panelista 10	Suma	Promedio
10	2	15	3	2	3	2	3	3	4	4	4	2	30	3
12	2	10	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	32	3.2
12	2	20	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	29	2.9
14	2	15	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	29	2.9
10	4	10	4	3	3	4	3	4	4	3	4	3	35	3.5
10	4	20	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	46	4.6
12	4	15	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	23	2.3
12	4	15	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	23	2.3
12	4	15	3	2	2	3	2	3	3	3	2	2	25	2.5
14	4	10	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	36	3.6
14	4	20	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	14	1.4
10	6	15	3	2	2	2	3	2	3	3	2	2	24	2.4
12	6	10	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	22	2.2
12	6	20	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	15	1.5
14	6	15	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	21	2.1

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Anexo N°09: Resultados del análisis sensorial - Color.

Color														
Preenfriamiento	Almacenamiento	Tiempo	panelista 1	panelista 2	panelista 3	panelista 4	panelista 5	panelista 6	panelista 7	panelista 8	panelista 9	panelista 10	Suma	Promedio
10	2	15	2	2	3	3	4	3	4	3	3	2	29	2.9
12	2	10	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	32	3.2
12	2	20	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	27	2.7
14	2	15	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	28	2.8
10	4	10	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	33	3.3
10	4	20	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	47	4.7
12	4	15	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	22	2.2
12	4	15	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	22	2.2
12	4	15	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	24	2.4
14	4	10	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	36	3.6
14	4	20	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	14	1.4
10	6	15	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	25	2.5
12	6	10	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	21	2.1
12	6	20	1	1	2	1	1	2	1	2	2	2	15	1.5
14	6	15	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	19	1.9

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Anexo N°10: Resultados del análisis sensorial – Consolidado.

				calidad sensorial (Total)						calidad sensorial (Promedio)					
Preenfriamiento	Almacenamiento	Tiempo	Vitamina C	aroma	sabor	textura	apariencia	color	Aceptabilidad	aromap	sabor p	texturap	apariencia p	colorp	Aceptabilidadp
10	2	15	19	30	30	29	30	29	148	3.0	3.0	2.9	3.0	2.9	3.0
12	2	10	18	32	33	31	32	32	160	3.2	3.3	3.1	3.2	3.2	3.2
12	2	20	17.5	28	27	29	29	27	140	2.8	2.7	2.9	2.9	2.7	2.8
14	2	15	17.8	28	28	27	29	28	140	2.8	2.8	2.7	2.9	2.8	2.8
10	4	10	20	34	34	33	35	33	169	3.4	3.4	3.3	3.5	3.3	3.4
10	4	20	18	46	46	45	46	47	230	4.6	4.6	4.5	4.6	4.7	4.6
12	4	15	18	22	21	23	23	22	111	2.2	2.1	2.3	2.3	2.2	2.2
12	4	15	18.1	24	24	25	23	22	118	2.4	2.4	2.5	2.3	2.2	2.4
12	4	15	18	25	23	24	25	24	121	2.5	2.3	2.4	2.5	2.4	2.4
14	4	10	17.6	36	37	36	36	36	181	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6
14	4	20	17.4	14	14	15	14	14	71	1.4	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4
10	6	15	17.5	24	25	24	24	25	122	2.4	2.5	2.4	2.4	2.5	2.4
12	6	10	17.4	22	22	23	22	21	110	2.2	2.2	2.3	2.2	2.1	2.2
12	6	20	16.8	16	16	17	15	15	79	1.6	1.6	1.7	1.5	1.5	1.6
14	6	15	17	19	21	20	21	19	100	1.9	2.1	2.0	2.1	1.9	2.0

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Anexo N°11: Fotos.

Descapuchado.

Medidas biométricas

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Lavado del aguaymanto.

Pre enfriamiento del aguaymanto.

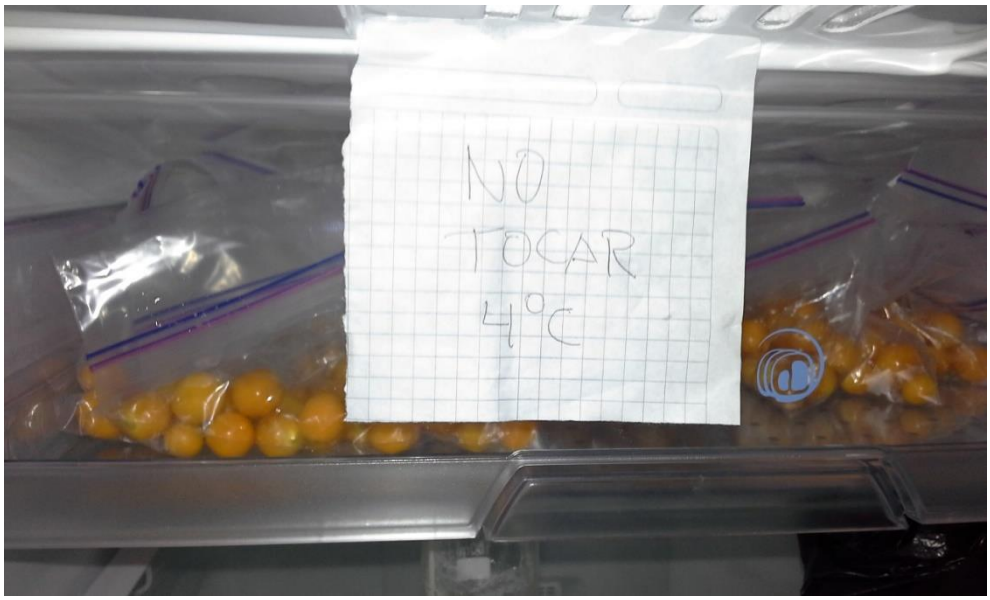
Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Preparación del agua para la hidrorefrigeración

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

Preparación del agua para la hidrorefrigeración

Almacenamiento



Repositorio Institucional - UNASAM - Perú

CURRICULUM VITAE

Yo, **PALACIOS FIGUEROA LUIS STALIN** a mis 32 años de edad he laborado en; el programa nacional de apoyo directo a los más pobres JUNTOS, Programa nacional de alimentación escolar QALI WARMA, Aeco Perú, INEI censo 2012 y 2007, practicas pre profesionales y otros, Ejerciendo las funciones asignadas con gran responsabilidad y eficiencia, estudie en la Facultad De Ingeniería De Industrias Alimentarias, carrera terminada en la "Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo", institución que me preparo en teória y en la práctica, también estudie en la escuela de posgrado de la "Universidad Cesar Vallejo" obteniendo el grado académico de Maestro en Gestión Pública. Estoy acostumbrado a trabajar eficientemente, trato justo y amable con las personas de acuerdo con las exigencias de la entidad y a desempeñarme de manera eficaz y bajo presión.

ESTUDIOS EFECTUADOS:

EDUCACION SECUNDARIA:

- 1ero – 5to Colegio Nacional " Coronel Bolognesi"

EDUCACION SUPERIOR:

- Universidad Nacional "Santiago Antúnez De Mayolo" - **BACHILLER EN INGENIERIA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.**

- Universidad "Cesar Vallejo" - **MAESTRO EN GESTIÓN PÚBLICA**

EXPERIENCIA PROFESIONAL

1) MONITOR DE GESTION LOCAL - PNAE QALI WARMA.
2) GESTOR LOCAL DEL PROGRMA JUNTOS.
3) CORDINADOR DISTRITAL EN AECO PERÚ.
4) ENCUESTADOR EN EVALUA.
5) JEFE DISTRITAL EN EL IV CENAGRO 2012.
6) ASISTENTE ADMINISTRATIVO EN EL AREA DE PROGRAMAS SOCIALES EN LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHAVIN DE HUANTAR.

CONTACTO: Celular: 951863162 Email: paluisfi@gmail.com

Repositorio Institucional - UNASAM - Perú