

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
AGROINDUSTRIAL



**“FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE
PULPA DE AGUAYMANTO (*Phisalis Peruviana*) Y CAMU CAMU
(*Myrciaria Dubia*) EDULCORADO CON STEVIA ”**

PRESENTADO POR Bach. ORO BELTRÁN JOSLING BRIAN

Y Bach. URCIA PIEDRA SARITA MARÍA

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

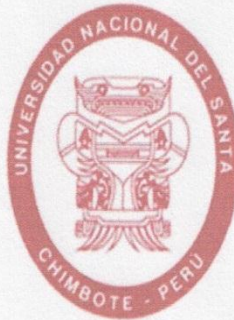
NUEVO CHIMBOTE – PERU

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



HOJA DE AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado "FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE PULPA DE AGUAYMANTO (*Phisalis Peruviana*) Y CAMU CAMU (*Myrciaria Dubia*) EDULCORADO CON STEVIA" para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por Bach. JOSLING BRIAN ORO BELTRÁN y Bach. SARITA MARÍA URCIA PIEDRA que tienen como asesor al docente Ms. Víctor Augusto Castro Zavaleta, designado por resolución N° 230-2016-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 15 de enero del 2018 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante resolución N° 420-2017-UNS-CFI.

Ms. Víctor Castro Zavaleta
Secretario (Asesor)

Dra. Elza Aguirre Vargas
Presidente

Dr. Gilbert Rodríguez Paucar
Integrante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA



FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. DE INGENIERÍA DE AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11 a.m. del 15 de Enero del dos mil dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 420-2017-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dra. Elza Aguirre Vargas** (Presidente)
- **Ms. Víctor Castro Zavaleta** (Secretario)
- **Dr. Gilbert Rodríguez Paucar** (Integrante); para dar inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:
“FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE PULPA DE AGUAYMANTO (*phisalis peruviana*) Y CAMU CAMU (*myrciaria dubia*) EDULCORADO CON STEVIA”, elaborada por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.
- **ORO BELTRÁN JOSLING BRIAN**
- **URCIA PIEDRA SARITA MARIA**

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Ms. Víctor Castro Zavaleta**

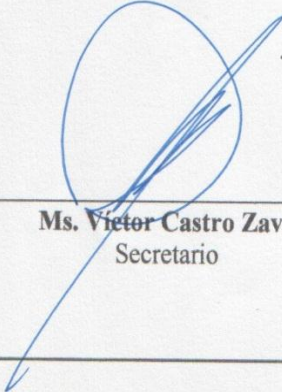
Finalizada la sustentación, los Tesistas respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre los aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

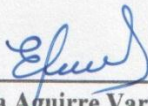
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ORO BELTRÁN JOSLING BRIAN	17	BUENO

Siendo las 12 m del mismo día, sé dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 15 de Enero del 2018



Ms. Víctor Castro Zavaleta
 Secretario



Dra. Elza Aguirre Vargas
 Presidente



Dr. Gilbert Rodríguez Paucar
 Integrante



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. DE INGENIERÍA DE AGROINDUSTRIAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11 a.m. del 15 de Enero del dos mil dieciocho se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 420-2017-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dra. Elza Aguirre Vargas** (Presidente)
- **Ms. Víctor Castro Zavaleta** (Secretario)
- **Dr. Gilbert Rodríguez Paucar** (Integrante); para dar inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE PULPA DE AGUAYMANTO (*phisalis peruviana*) Y CAMU CAMU (*myrciaria dubia*) EDULCORADO CON STEVIA”, elaborada por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **ORO BELTRAN JOSLING BRIAN**
- **URCIA PIEDRA SARITA MARIA**

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Ms. Víctor Castro Zavaleta**

Finalizada la sustentación, los Tesistas respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre los aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
URCIA PIEDRA SARITA MARIA	17	BUENO

Siendo las 12 m del mismo día, sé dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 15 de Enero del 2018

Ms. Víctor Castro Zavaleta
Secretario

Dra. Elza Aguirre Vargas
Presidente

Dr. Gilbert Rodríguez Paucar
Integrante

DEDICATORIA

A nuestro Padre Dios, por el regalo de la vida y por guiarnos en lograr juntos nuestros objetivos planteados.

A nuestros padres, por su apoyo incondicional y por su motivación día a día.

A nuestros estimados y admirados docentes por los conocimientos transmitidos y aprendidos.

Los autores

AGRADECIMIENTO

A nuestro estimado asesor Ms. Castro Zavaleta, Víctor Augusto por brindarnos sus aportes y orientaciones, el cual ha permitido culminar la presente investigación.

A nuestros profesores de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por brindarnos y transmitirnos sus conocimientos al transcurso de estos 5 años.

A nuestra familia por habernos motivado siempre, por apoyarnos en los momentos más difíciles y por acompañarnos en toda esta aventura.

A nuestros amigos (as) y compañeros por su colaboración y participación en la presente investigación.

A la Srta. Silvia encargada de la Biblioteca Especializada de Agroindustria y a los encargados de la Biblioteca Central de la UNS.

A nuestra Alma Mater la Universidad Nacional del Santa por acogernos en el transcurso de nuestra formación académica, dándonos la oportunidad de forjarnos por un futuro añorado.

Los autores

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	18
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	20
2.1. AGUAYMANTO	20
2.1.1. Generalidades del Aguaymanto.	20
2.1.2. Composición fisicoquímica y nutricional del Aguaymato	21
2.1.3. Valor nutricional del aguaymanto.....	23
2.1.4. Propiedades antioxidantes atribuidas al fruto del aguaymanto.....	26
2.2. CAMU – CAMU	27
2.2.1. Generalidades del Camu Camu.....	27
2.2.2. Composición fisicoquímica y nutricional del Camu Camu	29
2.2.3. Valor Nutricional en el Camu Camu.....	30
2.2.4. Propiedades Antioxidantes del Camu Camu	30
2.3. ACTIVIDAD ANTIOXDANTE	31
2.3.1. Ensayo químico para demostrar capacidad antioxidante: DPPH (1,1-difenil-2- picrilhidrazilo)	31
2.4. BEBIDA FUNCIONAL.....	32
2.5. NÉCTAR.....	33
2.5.1. Materia Prima	33
2.5.2. Agua.....	33
2.5.3. La Stevia.....	34
2.5.4. Ácido Cítrico	35
2.5.5. Conservante	36
2.5.6. Estabilizador	36
2.6. PROCESO DE ELABORACION DE PULPAS Y NÉCTARES.....	37
2.6.1. Pesado	37
2.6.2. Selección-clasificación.....	37
2.6.3. Lavado-desinfectado	37
2.6.4. Pelado.....	37

2.6.5.	Pulpeado-refinado	37
2.6.6.	Estandarizado	38
2.6.7.	Molienda Coloidal	38
2.6.8.	Tratamiento térmico	38
2.6.9.	Envasado	39
2.6.10.	Enfriado	39
2.7.	VIDA ÚTIL	41
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1.	MATERIALES	42
3.1.1.	Materia Prima	42
3.1.2.	Insumos	42
3.1.3.	Materiales de laboratorio	42
3.1.4.	Reactivos	43
3.1.5.	Equipos	43
3.1.6.	Otros Instrumentos	44
3.2.	MÉTODOS	45
3.2.1.	Diagrama de flujo para la Formulación de la bebida Funcional	45
3.2.2.	Descripción del proceso de la Elaboracion de la Bebida Funcional	46
3.2.2.1.	Recepción, pesado y selección la materia prima:	46
3.2.2.3.	Congelación de la materia prima:	47
3.2.3.	Métodos de Caracterización Físicoquímica	49
3.2.4.	Diseño Experimental	54
3.2.5.	Esquema del diseño experimental	54
3.2.6.	Diseño Estadístico	55
3.2.7.	Diseño de Modelo Estadístico de la Bebida Funcional:	56
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
4.1.	COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA	57
4.2.	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS FORMULACIONES ELABORADAS	59
4.3.	OPTIMIZACIÓN DE LA VARIABLE RESPUESTA	63

4.4.	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AL PRODUCTO TERMINADO EN ESTUDIO	65
4.5.	ANÁLISIS DEL ANTIRRADICAL DPPH.....	67
4.6.	EVALUACION SENSORIAL.....	70
4.7.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	73
4.8.	ANÁLISIS DE TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL	74
4.8.1.	Brix	74
4.8.2.	pH	76
4.8.3.	Acidez	77
V.	CONCLUSIONES	79
VI.	RECOMENDACIONES.....	80
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
VIII.	ANEXOS	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación taxonómica de <i>Physalis peruviana</i> L	20
Tabla 2: Reportes de la composición fisicoquímica del Aguaymanto en 100g de muestra	22
Tabla 3: Reportes de la composición nutricional de <i>Physalis peruviana</i> L en 100g	24
Tabla 4: La composición de vitaminas del fruto de <i>Physalis peruviana</i> L.	26
Tabla 5: Clasificación taxonómica del Camu Camu	27
Tabla 6: Composición Fisicoquímica del Camu Camu en 100 g de pulpa	29
Tabla 7: Condiciones de Trabajo	51
Tabla 8: Plan de experimentación nominal para el diseño factorial completo 3^2	55
Tabla 9: Factor A. - Concentración o Formulación	56
Tabla 10: Factor B. - Dilución	56
Tabla 11: Caracterización fisicoquímica de la pulpa de Camu Camu y el Aguaymanto	57
Tabla 12: Parámetros analizados a las formulaciones elaboradas	59
Tabla 13: Análisis de vitamina C a nueve formulaciones	60
Tabla 14: Análisis de varianza para Vitamina C.....	61
Tabla 15: Optimización de la variable respuesta	63
Tabla 16: Parámetros evaluados a la bebida funcional óptima.....	65
Tabla 17: Resumen de la cuantificación de capacidad antioxidante, a partir de la curva de calibrado corregido, para cada Formulación y dilución de la bebida funcional.	67
Tabla 18: Análisis de Varianza para CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	69
Tabla 19: Análisis de Varianza para OLOR de la Bebida Funcional.....	70
Tabla 20: Análisis de Varianza para SABOR de la Bebida Funcional	71
Tabla 21: Análisis de Varianza para COLOR de la Bebida Funcional	71
Tabla 22: Análisis de Varianza para APARIENCIA GENERAL de la Bebida Funcional	72
Tabla 23: Resultados microbiológicos de la Bebida Funcional con mayor aceptación ..	73
Tabla 24: Rendimiento del Aguaymanto.....	92
Tabla 25: Rendimiento del Camu Camu	92
Tabla 26: Concentraciones de vitamina C en el área de pico cromatográfico.....	97
Tabla 27: Datos para la obtención de la curva de calibración de capacidad antioxidante.	99
Tabla 28: Concentración y Absorbancia para la curva de calibración	100

Tabla 29: Datos para la obtención de la curva de calibración de capacidad antioxidante (ajustado)	101
Tabla 30: Valores de Absorbancia por triplicado, dadas por el equipo, para cada Formulación y dilución de la bebida funcional.	103
Tabla 31: Valores de la concentración (Trolox), a partir de la curva de calibrado corregido, para cada Formulación y dilución de la bebida funcional.	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fotografía del Aguaymato (<i>Physalis peruviana</i> L)	21
Figura 2: Fotografía del Camu Camu (<i>myrciaria dubia</i>)	28
Figura 3: Reacción del radical DPPH.....	31
Figura 4: Flujo de Operaciones para Elaborar Pulpa y Néctar de Frutas	40
Figura 5: Diagrama de flujo para formulación de la bebida funcional.	45
Figura 6: Diagrama de Pareto estandarizada para el análisis de Vitamina C	61
Figura 7: Interacción de la vitamina C	62
Figura 8: Superficie Respuesta	63
Figura 9: Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada	64
Figura 10: Diagrama de Pareto para la Capacidad Antioxidante.....	68
Figura 11: Evaluación de grados Brix a temperatura ambiente	74
Figura 12: Evaluación de grados Brix a temperatura de refrigeración 5°C.....	75
Figura 13: Evaluación de pH a temperatura ambiente	76
Figura 14: Evaluación de pH a temperatura de refrigeración 5°C	76
Figura 15: Evaluación de la acidez a temperatura ambiente	77
Figura 16: Evaluación de la acidez a temperatura de refrigeración 5°C	78
Figura 17: Recepción y pesado	89
Figura 18: Selección.....	89
Figura 19: Esterilización de envases de vidrio	89
Figura 20: Lavado y desinfección	89
Figura 21: Pulpeado y refinado de fruta	90
Figura 22: Estandarización	90
Figura 23: Homogenización.....	90
Figura 24: Pasteurización	90
Figura 25: Envasado	90
Figura 26: Producto terminado	91
Figura 27: Almacenamiento.....	91
Figura 28: Determinación Humedad de la materia prima	93
Figura 29: Determinación de Cenizas	93
Figura 30: Determinación de °Brix	94
Figura 31: Determinación pH de la materia Prima	94
Figura 32: Determinación de Acidez titulable	94

Figura 33: Colorimetría de la materia prima	95
Figura 34: Estándar de vitamina C	95
Figura 35: Preparación de las muestras	95
Figura 36: Lectura de resultados	95
Figura 37: Cromatograma del ácido ascórbico (estándar) a 27.5ppm.....	96
Figura 38: Cromatograma del ácido ascórbico (estándar) a 45.5ppm.....	96
Figura 39: Cromatograma del ácido ascórbico (estándar) a 12.9ppm.....	97
Figura 40: Curva de Calibrado para el estándar de vitamina C	97
Figura 41: Reactivos Dpph y Trolox	98
Figura 42: Preparación del Dpph y el estándar Trolox	98
Figura 43: Agitación en el shaker	98
Figura 44: Preparación de muestras en estudio.....	98
Figura 45: Lectura de Absorbancias.....	98
Figura 46: Pendiente del Trolox.....	99
Figura 47: Curva de Calibración de capacidad antioxidante	101
Figura 48: Curva de Calibración de capacidad antioxidante (ajustado).....	102
Figura 49: Determinación de análisis sensorial	105

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad la elaboración y formulación de una bebida funcional a base de Aguaymanto (*Physalis Peruviana*) y Camu Camu (*Myrciaria Dubia*) edulcorado con stevia mediante estandarización de metodologías de obtención de pulpa. En la primera fase investigativa se caracterizó fisicoquímicamente a la materia prima (Aguaymanto y Camu Camu), el cual reportó para el aguaymanto: 83.5% de humedad, 0.1% de cenizas, 1.44% de acidez, 3.63 de pH, 15.3 de °Brix. Para el caso del Camu Camu fue: 85.3% de humedad, 0.3% de cenizas, 2.62% de acidez, 2.7 de pH, 5.34 de °Brix. Los frutos reportaron un rendimiento de 81,88 % para la pulpa de aguaymanto y 72,25% para el Camu Camu.

En la segunda fase se diseña un diagrama de flujo, donde las operaciones comprendidas en el proceso tecnológico fueron: Recepción, Selección, Clasificación, Lavado, Desinfección, Pulpeado y Refinado, estandarizado donde se realiza la formulación aplicando dos variables independientes: proporción de la pulpa aguaymanto : pulpa camu camu (60%:40%, 70%:30%, 80%:20%) y dilución de pulpa: agua (1:1, 1:2, 1:3), culminándose con homogeneización, pasteurización, envasado, enfriado y almacenado de la bebida.

Posteriormente al proceso de elaboración, se ha considerado el estudio de su vida útil en anaquel, almacenándose bajo condiciones de refrigeración y ambiente. La descripción de los atributos del producto hecha por los panelistas en el análisis sensorial coincidió con la de un producto óptimo de calidad. Así también la evaluación microbiológica del néctar dio valores menores de 10 UFC/ml y ausencia de *Escherichia Coli*, estos resultados son lejanos del rango requerido de contaminación.

En la tercera fase investigativa se procedió al análisis cuantitativo de la vitamina C por HPLC. En el análisis de la materia prima debe destacarse el alto contenido de vitamina

C en el Camu Camu con 2498,24 mg/100 g seguido del Aguaymanto con 42,97 mg/100 g. Además se reportó valores entre 33 y 423 mg de vitamina C/100 g para las 9 proporciones evaluadas.

La bebida funcional optima y de mayor preferencia fue la proporción Aguaymanto y Camu Camu de 60%:40% y pulpa: agua de 1:1 con 0,08% de CMC, 0,04% de sorbato de potasio, 0,01% de ácido cítrico y 0,08% de stevia. Los resultados del valor optimo fue de $422,19 \pm 0.04$ mg vitamina C /100 g además obtuvo los siguientes resultados fisicoquímicos: 1,039 g/cm³ de densidad; 1,45% de acidez; 3,8 de pH; 5,6°Brix, $422,19 \pm 0.04$ mg Vitamina C/ 100 g y parámetros colorimétricos ($a^*=10,56$; $b^*=55,5$; $L^*=39,36$).

Con la realización del presente tema de investigación permitirá desarrollar nuevos estudios orientados a la formulación de una bebida funcional.

Palabras clave: Bebida funcional, Aguaymanto, Camu Camu, Formulación, Vitamina C.

ABSTRACT

The present investigation work had as purpose the elaboration and formulation of a functional drink with the help of Aguaymanto (*Physalis Peruviana*) and Camu Camu (*Myrciaria Dubia*) edulcorated with stevia by means of standardization of methodologies of pulp obtaining. In the first investigative phase físicoquímicamente was characterized to the matter it prevails (Aguaymanto and Camu Camu), which reported for the aguaymanto: 83.5% of humidity, 0.1% of ashy, 1.44 acidity%, 3.63 of pH, 15.3 of °Brix. For the case of the Camu Camu was: 85.3% of humidity, 0.3% of ashy, 2.62 acidity%, 2.7 of pH, 5.34 of °Brix. The fruits reported a yield of 81,88% for the aguaymanto pulp and 72,25% for the Camu Camu.

In the second phase a diagram of flow is designed, where the operations understood in the technological process were: Reception, Selection, Classification, Laundry, Disinfection, Pulpeado and Refined, standardized where he/she is carried out the formulation applying two independent variables: proportion of the pulp aguaymanto: pulp camu camu (60%:40%, 70%:30%, 80%:20%) and pulp dilution: it dilutes (1:1, 1:2, 1:3), being culminated with homogenization, pasteurization, packed, cooled and stored of the drink.

Later on to the elaboration process, it has been considered the study of their useful life in shelf, storing you under refrigeration conditions and atmosphere. The description of the attributes of the product made by the panelists in the sensorial analysis coincided with that of a good product of quality. Likewise the evaluation microbiológica of the nectar gave values smaller than 10 UFC/ml and absence of *Escherichia Coli*, these results are distant of the required range of contamination.

In the third investigative phase you C proceeded to the quantitative analysis of the vitamin for HPLC. In the analysis of the matter it prevails he/she should stand out the

high vitamin content C in the Camu Camu with 2498,24 mg/100 g followed by the Aguaymanto with 42,97 mg/100 g. it was Also reported values between 33 and 423 vitamin mg C/100 g for the 9 evaluated proportions.

The good functional drink and of more preference it was the proportion Aguaymanto and Camu Camu of 60%:40% and pulp: it dilutes of 1:1 with 0,08% of CMC, 0,04% of sorbato of potassium, 0,01% of citric acid and 0,08 stevia%. The results of the good value were of $422,19 \pm 0.04$ mg vitamin C /100 g he/she also obtained the following physiochemical results: 1,039 g/cm³ of density; 1,45 acidity%; 3,8 of pH; 5,6°Brix, $422,19 \pm 0.04$ mg Vitamin C / 100 g and parameters colorimétricos ($a^*=10,56$; $b^*=55,5$; $L^*=39,36$).

With the realization of the present investigation topic it will allow to develop new studies guided to the formulation of a functional drink.

Key words: Functional drink, Aguaymanto, Camu Camu, Formulation, Vitamin C

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la industria global de bebidas a base de frutas se ha desarrollado progresivamente por encontrar combinaciones de nuevos sabores y que al mismo tiempo mejora la calidad de la nutrición para el consumidor.

El trabajo parte, de la posibilidad de elaborar una bebida funcional que concentre altas características nutricionales destinadas a consumidores jóvenes y adultos que ameriten prevenir enfermedades perjudiciales.

La elaboración del producto que se propone parte del aguaymanto y el camu camu, frutos frescos y abundantes en el país, que además, son importantes por el alto contenido de vitamina C con acción antioxidante, que actúa como una alternativa de defensa a diversas enfermedades cardiovasculares, cancerígenas y neurológicas.

En la actualidad, hay un gran interés en bebidas de tipo funcional, debido a las propiedades que presentan, así como también hay una gran variedad de bebidas isotónicas, rehidratantes a base de diferentes cítricos, sin embargo el presente trabajo se justifica por la sinergia de materia prima y su uso en forma natural. Es por ello que vemos de gran importancia conocer mejor los parámetros adecuados (factor proporción, dilución, adición de edulcorante, etc) para elaboración de una bebida funcional, ya que el consumo en fresco de estos frutos es muy bajo en el mercado.

El diseño estadístico que se utilizara para el proyecto de investigación será el diseño compuesto al azar (DCA). Se consideraron como variables independientes los contenidos: i) la proporción de aguaymanto y camu camu y ii) la dilución de fruta en agua. Se llevó a cabo un diseño Factorial de 2 factores con 3 niveles: 3^2 . Se analizaran las variables dependientes o respuestas: i) determinación de vitamina C, ii) determinación de la capacidad antioxidante y iii) la calidad sensorial (sabor, olor, color y apariencia general). Así mismo se utilizara el software estadístico STATGRAPHICS

Centurion XV. Para determinar los efectos de las variables independientes, el análisis de la varianza (ANOVA) y construir las superficies de respuesta, con un nivel de significación de 5%.

El desarrollar nuevas propuestas para su procesamiento podría propiciar su producción a mayor escala, asimismo poner al alcance del consumidor nuevas formas de uso, además de hacer conocer las bondades nutricionales y funcionales de estas frutas, por tal razón se decidió llevar a cabo la investigación presente con los siguientes objetivos específicos; Caracterizar fisicoquímicamente la materia prima (aguaymanto y el Camu Camu), Elaborar proporciones y diluciones para la elaboración de la bebida funcional, Determinar el contenido de vitamina C y actividad antioxidante de la bebida funcional óptima, Determinar las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas de la bebida funcional óptima y Determinar el tiempo de vida útil de la bebida funcional.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. AGUAYMANTO

2.1.1. Generalidades del Aguaymanto.

El Aguaymanto (*Physalis peruviana* L) es considerada originaria del Perú como una fruta exótica de la región andina (Bravo & Osorio, 2016). Es una de las frutas tropicales más prometedoras que ha recibido el crecimiento de interés mundial debido a sus compuestos bioactivos.

Este fruto es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, un arbusto tropical, con bayas pequeñas de color naranja, que son protegidas por una cáscara como el papel (el cáliz) y posee una cáscara naranja-amarilla cerosa (Valdenegro M, *et al.*, 2012). Su clasificación taxonómica completa se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 1: Clasificación taxonómica de *Physalis peruviana* L

<i>Jerarquía</i>	<i>Descripción</i>
Reino	Plantae
División	Angiospermae
Clase	Magnoliopsida
Familia	Solanaceae
Género	<i>Physalis</i>
Especie	<i>Physalis peruviana</i> L
Nombres comunes	Uchuva, uvilla, tomatillo, Aguaymanto, capulí.

Fuente: (USDA, 2013)

El Aguaymato crece en diversas condiciones medioambientales como suelos ligeramente ácidos y ricos en materia orgánica (Puente, *et al* 2011).

El fruto es una baya con un diámetro aproximado de 2 cm y un peso entre 4 y 5g, es de color naranja-amarillo, con una piel lisa y brillante (Valdenegro, *et al* 2012).



Figura 1: Fotografía del Aguaymato (*Physalis peruviana* L)

Fuente: (Alvarez, 2011)

2.1.2. Composición fisicoquímica y nutricional del Aguaymato

Numerosas investigaciones reportan la caracterización fisicoquímica del aguaymanto (ver Tabla 2), las cuales coinciden en valores aproximados para parámetros como sólidos solubles expresados en °Brix con contenidos que van entre 12,5 y 14,3, el porcentaje de acidez expresado como % de ácido cítrico oscila entre 2 y 2,4. En los frutos maduros el pH y el ° Brix decrecen lo que lleva a un aumento de la acidez de un 2,0 a 2,1%. (Puente, *et al* 2011)

Tabla 2: Reportes de la composición fisicoquímica del Aguaymanto en 100g de muestra

Parámetro	(Mendoza, <i>et al</i> 2012)	(Marín, <i>et al</i> 2010)	(Márquez C, <i>et al</i> , 2009)	(Restrepo , <i>et al</i> 2009)
Actividad de agua	0,998	0,988	--	--
Acidez (%)	2,00	2,05	2,4	2,1
°Brix	13,00	14,3	12,5	13,8
Densidad (kg/m ³)	1,1031	1,038	--	--
pH	3,72	3,39	3,56	3,39

Fuente: Mendoza (2012), Marín (2010), Márquez C (2009), Restrepo (2009)

El Aguaymato es un fruto cuyo atributo peculiar es el sabor agridulce, contiene valores destacables de nutrientes como vitamina A, fibra, proteína, potasio, fósforo, hierro y zinc (Restrepo, 2008). En la Tabla 03 se muestran detalladamente el contenido nutricional por 100 g de producto.

2.1.3. Valor nutricional del aguaymanto

Diversas publicaciones investigativas confieren al fruto propiedades beneficiosas para el ser humano, tanto medicinales como nutricionales. Ayuda al desarrollo y la salud de los tejidos de la piel, tonifica el nervio óptico y es benéfica para diabéticos, entre otros.

El fruto es una excelente fuente de provitamina A (3.000 IU de caroteno por 100 g), la razón es porque los carotenoides previenen el cáncer y se encuentra relacionado con la capacidad antioxidante. Contiene vitamina C (20-40 mg/100 g), y también algunos complejos de vitamina B. Además, la fibra (4,8%), proteína (0,3%) y fósforo (55%) son excepcionalmente altas para una fruta. Los extractos de *Physalis peruviana* L. muestran una actividad antioxidante, actividad anti-inflamatoria y anti-hepatotóxico y efectos antiproliferativos.

Tabla 3: Reportes de la composición nutricional de *Physalis peruviana*

L en 100g

Parámetro Nutricional	Rango
Humedad	79,8 – 85,5%
Proteína	0,3 – 1,5 g
Grasa	0,15 – 0,5 g
Carbohidratos	11 – 19,6 g
Fibra	0,4 – 4,9%
Cenizas	0,7 - 1 g
Carotenos	16 mg
Tiamina	0,1 – 0,18 mg
Riboflavina	0,03 – 0,18 mg
Niacina	0,8 – 1,7 mg
Vitamina C	20 – 43 mg
Potasio	210 - 467 mg
Magnesio	7 – 19 mg
Calcio	2 – 28 mg
Fosforo	27 – 55,3mg
Hierro	0,3 – 1,2 mg
Zinc	0,28 – 0,4 mg

Fuente: Erkaya, *et al* 2012

Por otro lado en los aceites del Aguaymato se han encontrado altos niveles de vitamina K, en pulpa y piel de 2,12 g por kg de lípidos totales y en las semillas 0,12 g por kg de lípidos totales (Puentes, *et al* 2011)

En estudios realizados en Perú se hallaron en el Aguaymato contenidos de ácido ascórbico de 43,3 mg/100 g, carotenoides de 2,64 mg/100 g y la evaluación de la capacidad antioxidante por el método ABTS de 1066 g equivalente trolox/g de fruto. De acuerdo con el estudio, el contenido de estos compuestos bioactivos es proporcional al estado de madurez, lo cual influye sobre la capacidad antioxidante del mismo (Repos & Encina, 2008)

El fruto de *P. peruviana* L. es altamente nutritiva, que tiene altos niveles de vitaminas A, B y C (ver Tabla 4)

Tabla 4: La composición de vitaminas del fruto de *Physalis peruviana* L.

Vitamina	Contenido en 100 g de pulpa		
	NRC, (1989)	CCI (1994)	(Osorio & Roldan, 2003)
Betacaroteno (vit. A)	1460 mg	648 U.I	1730 U.I
Tiamina (vit. B1) en mg	0.10	0.18	0.10
Riboflavina (vit. B2) en mg	0.03	0.03	0.17
Niacina (vit. B3) en mg	1.70	1.30	0.80
Ácido ascórbico (vit. C) en mg	43.00	26.00	20.00

Fuente: NRC (1989), CCI (1994) Osorio & Roldan, (2003)

2.1.4. Propiedades antioxidantes atribuidas al fruto del aguaymanto

Se han catalogado como antioxidantes a las sustancias que se caracterizan por tener como función primordial impedir o retrasar la oxidación de diversas sustancias, principalmente los ácidos grasos. (Zamora S, 2007).

Evaluaciones de la capacidad antioxidante de la Aguaymato ecotipo Colombia realizados por Restrepo Duque, 2008 y Botero, 2009 son recopiladas por Puente *et al.*, 2011 mostrando resultados en cuanto a la actividad atrapadora del radical libre (DPPH) expresado como $\mu\text{trolox}/100$ g de muestra con valores $210,82 \pm 9,45$ y $192,51 \pm 30,13$.

2.2.CAMU – CAMU

2.2.1. Generalidades del Camu Camu

El camu camu (*Myrciaria dubia*) es originario de la Amazonía Peruana.

Crece en Perú, Colombia, Brasil y Venezuela en forma silvestre.

El fruto es una baya globosa, de 10 a 40 mm de diámetro, color rojo hasta violeta, blando, con una a tres semillas reniformes de 8 a 15 mm de largo.

Su peso varía entre 2 y 20 gramos, pesando en promedio 8 g.

Este fruto, tiene un gran potencial como alimento funcional por presentar elevada capacidad antioxidante, debido principalmente a su alto contenido de ácido ascórbico, teniendo así importancia en la producción de concentrados y suplementos naturales de esta vitamina. (Iman, B. *et al*, 2011)

Tabla 5: Clasificación taxonómica del Camu Camu

<i>Jerarquía</i>	<i>Descripción</i>
Reino	Plantae
División	Angiospermae
Clase	Magnoliopsida
Familia	Myrtaceae
Género	<i>Myrciaria</i>
Especie	<i>Myrciaria dubia</i>
Nombres comunes	Camu camu, cacari, huapuro blanco, guayabillo

Fuente: (Rengifo, 2009)

El camu camu es una fruta de la región amazónica; su principal característica es alto contenido de vitamina C en la pulpa comestible. Se considera como la fruta de más alto contenido de vitamina C después del fruto kakadú (*Terminalia ferdinandia* E) según diferentes investigaciones en base a reportes de concentraciones de vitamina C (Netzel & et al, 2007)

En el Perú, principalmente en el IIAP (instituto de Investigación de la Amazonia Peruana) y en la UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina); y en menor proporción en Brasil; se han realizado estudios destinados a desarrollar la tecnología del cultivo del camu camu.



Figura 2: Fotografía del Camu Camu (*myrciaria dubia*)

Fuente: Kerry Hughes, 2003

2.2.2. Composición fisicoquímica y nutricional del Camu Camu

El camu-camu posee excelente propiedad anti-oxidativa y biológica que puede contribuir a la protección celular, especialmente en condiciones de inflamación y estrés oxidativo. Estas características hacen que el camu-camu sea considerado como un alimento funcional (Sandoval, *et al* 2003)

Tabla 6: Composición Fisicoquímica del Camu Camu en 100 g de pulpa

Componente	(SIICEX, 2016)	(Reyes <i>et al</i> , 2009)	(Justi <i>et al</i> , 2000)
Energía (kcal)	16,00	24,00	-
Humedad (g)	93,20	93,00	94,10
Proteína (g)	0,5	0,50	0,40
Carbohidrato (g)	4,00	5,90	3,50
Fibra (g)	0,50	0,40	0,10
Ceniza (g)	0,20	0,20	0,30
Calcio (mg)	28,00	28,00	15,73
Fosforo (mg)	15,00	15,00	-
Hierro (mg)	0,50	0,50	0,53
Tiamina (mg)	0,01	0,01	-
Riboflavina (mg)	0,04	0,04	-
Niacina (mg)	0,61	0,61	-
Ácido Ascórbico (mg)	2089,00	2780,00	1410,00

2.2.3. Valor Nutricional en el Camu Camu

El fruto del camu-camu tiene el más alto nivel de vitamina C registrado en el Perú, superando aproximadamente en 1.5 veces a la acerola – *Malpighia emarginata*- (1790mg/100 g en acerola), y en 5 veces al limón -*Citrus limón*- (44,2 mg/100g). En comparación con la naranja –*Citrus sinensis*-, el fruto del camu-camu provee 30 veces más vitamina C, 10 veces mas hierro, 3 veces más niacina, dos veces más riboflavina y 50% más fósforo; así mismo se informa sobre niveles de vitamina C que van desde 1230 a 2994mg/100g en poblaciones naturales y de 877 a 3079 mg/100g en plantaciones, los análisis fueron realizados por el método de titulación con 2,6 diclorofenol indofenol (Pinedo, *et al.*, 2001).

Debido a la inestabilidad de la vitamina C, y otras condiciones de crecimiento de la planta; el contenido de vitamina C en los frutos del camu camu se reporta en cantidades muy variables; aunque se debe tener en cuenta que el mismo análisis de vitamina C presenta una serie de procedimientos que contribuyen al amplio rango de contenido de vitamina C reportado en el Camu Camu.

2.2.4. Propiedades Antioxidantes del Camu Camu

Según Zanatta , *et al* 2005 reportaron por primera vez en el perfil de antocianina de camu camu en frutas a partir de dos regiones de Sao Paulo, Brasil. La capacidad antioxidante de camu camu era notificado a ser la más alta entre las frutas brasileñas evaluadas por De Souza Schmidt Goncalves , *et al* (2010).

2.3. ACTIVIDAD ANTIOXDANTE

Entre los ensayos de captación de radicales libres, el método del DPPH es el método más rápido, simple y de menor costo en comparación con otros modelos.

2.3.1. Ensayo químico para demostrar capacidad antioxidante: DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo)

Esta es una molécula radical estable de color púrpura, que se prepara en solución metanólica o etanólica. En esta forma su pico de absorbancia está entre 515 – 520 nm. Cuando se coloca frente a una sustancia estabilizadora de radical libre, el radical DPPH pierde la coloración púrpura y se torna finalmente a una solución de color amarillo.

El cambio de color es monitoreado espectrofotométricamente y es utilizado para la determinación de los parámetros para las propiedades antioxidantes requerido para alcanzar el estado estacionario y completar la reacción redox (Vicente *et al.*, 2009)

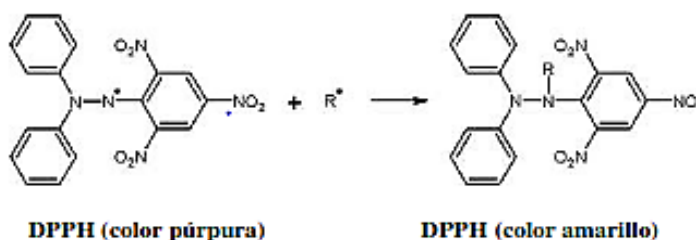


Figura 3: Reacción del radical DPPH

El método es sencillo, rápido y confiable, puede aplicarse a muestras de variada polaridad. Es uno de los métodos más reportados en los ensayos in vitro de capacidad captadora de radicales expresado usualmente como capacidad antioxidante total. La metodología empleada se basó de acuerdo al AOAC, 2012.

2.4. BEBIDA FUNCIONAL

Son bebidas sin alcohol, que contienen en su formulación uno o más ingredientes funcionales que demuestran mejorar el estado de salud y reducir el riesgo de enfermedades.

Las bebidas funcionales son aquellas que ofrecen beneficios para la salud y el autocuidado; pueden ser funcionales naturalmente como el té (contiene antioxidantes en forma natural) o pueden adicionarse Nutracéuticos. Las bebidas funcionales crecen en todo el mundo dado que los consumidores saben apreciar los beneficios adicionales para la salud prometidos en las mismas y los consideran un valor añadido.

El surtido de bebidas consideradas funcionales, abarca un amplio espectro que incluye las bebidas refrescantes y zumos que incorporan elementos necesarios para el organismo, que pueden ser con base agua o leche, con antioxidantes, soja, etc. y las bebidas isotónicas, ampliamente extendidas entre deportistas para su recuperación tras un desgaste energético. Se trata de un mercado cuyas ventas superan los 407M de euros, con un consumo que se ha incrementado un +3%. (Suárez, 2011)

Un ingrediente utilizado en bebidas funcionales es la sucralosa o la stevia que son endulzantes de grado alimenticio con 600 y 300 veces más dulce que el azúcar respectivamente. Los beneficios que aporta son que sus moléculas, al ser inerte, pasa por el cuerpo sin alterarse, sin metabolizarse, y es eliminada después de consumida. Además no son calóricas, no requiere etiqueta de advertencia o declaraciones de información respecto a intolerancia en los productos que la usan y no promueve la formación de caries dentales. (MAKYMAT, 2015)

2.5. NÉCTAR

El néctar es una bebida alimenticia, que es elaborado a partir de la mezcla de pulpa o jugo de una o varias frutas, agua y azúcar (o edulcorante). Opcionalmente los elaborados de néctar tendrán ácido cítrico, estabilizador y conservante.

Debido al notable incremento en el consumo de jugos y bebidas elaborados a base de frutas, los néctares tienen un gran potencial en el mercado de los productos alimenticios (Coronado e Hilario, 2001).

2.5.1. Materia Prima

En bebidas la materia prima deberá ser extraída de frutas maduras, sanas y frescas, convenientemente lavadas y de restos de plaguicidas y otras sustancias nocivas, en condiciones sanitarias apropiadas.

Las ventajas en la elaboración de néctares en general, es la de permitir el empleo de frutas que no son adecuadas para otros fines ya sea por su forma y/o tamaño.

2.5.2. Agua

El agua empleada en la elaboración de bebidas debe poseer las siguientes características: calidad potable, libre de sustancias extrañas e impuras, bajo contenido de sales, para comprobar la calidad del agua se puede utilizar filtros y purificadores.

Para incorporar la cantidad de agua a la bebida se calcula en base al peso de la pulpa o jugo y de las características de la fruta.

El agua empleada en la elaboración de néctares deberá reunir las siguientes características:

- Calidad potable
- Libre de sustancias extrañas e impurezas

2.5.3. La Stevia

2.5.3.1.Generalidades de la Stevia

Los edulcorantes son utilizados como sustitutos del azúcar en los tratamientos contra el sobrepeso y la diabetes, enfermedades que pueden conducir al desarrollo de múltiples padecimientos, especialmente del tipo crónico degenerativo (Velasco & Echevarria, 2011). La stevia en particular es un aditivo alimentario bajo en calorías o podría llamarse así el fármaco potencial adecuado para los diabéticos (Yong-Heng. *et al* , 2014).

Es valorada en diferentes países y el mundo, debido a que a su composición contiene un glucósido bajo en calorías llamado esteviósido cuyo poder edulcorante en estado puro y cristalino es 300 veces mayor que el azúcar de caña.

La Stevia se compone de Steviósido y el Rebaudiósido A, el primero es el que posee ese leve toque amargo y el segundo es el que lleva el dulzor sin propiedades para la salud. (Gilabert & Encinas , 2014).

2.5.3.2.Stevia comercial

El stevia comercial empleado para la formulación de la bebida funcional será **NatFood, stevia en polvo**, caja de 50 grs.: 87,5% de cumplimiento

Para identificar la pureza de stevia comercial, se tiene en cuenta los siguientes aspectos:

La Stevia sin aditivos es similar en textura a la leche, no es granulosa como el azúcar.

La Stevia deja un leve sabor amargo. Esto es dado por el Steviosido su principal componente el de más alto valor, es también el que posee las verdaderas propiedades para la salud: bajar los triglicéridos, el colesterol, regular la glicemia en la sangre, entre otras propiedades.

Posee baja densidad, es decir, pesa poco y hace harto volumen.

Finalmente no existe Stevia pura que no tenga algún grado de amargor.

El dulzor de la Stevia es particular a ella y diferente del dulzor de los endulzantes artificiales.

2.5.4. Ácido Cítrico

Todas las frutas tienen su acidez propia, sin embargo al incorporarse agua se debe corregir. Es así que el ácido cítrico se emplea para regular la acidez del néctar y de esta manera hacerlo menos susceptible al ataque de microorganismos, ya que en medios ácidos estos no pueden desarrollarse. Como dato referencial se tiene que el pH de los néctares fluctúa generalmente entre 3.5 – 4.0. (CODEX, 2005)

El ácido es el encargado de dar a la bebida la acidez adecuada la cual nos permite disminuir la proliferación de microorganismos, lo cual favorece a la conservación del producto.

Cada fruta tiene sus características propias entre ellas la acidez, pero una vez que son diluidas la acidez disminuye, para lo cual se mide el grado de acidez mediante el uso de un potenciómetro o pH-metro; también se puede utilizar papel indicador de acidez, con su respectiva tabla de colores (Duque C. *et al*, 2012)

2.5.5. Conservante

Los conservantes son sustancias que se añaden a los alimentos para inhibir el desarrollo de microorganismos, principalmente hongos y levaduras. El conservante más utilizado es el sorbato de potasio. El uso excesivo de los conservantes químicos puede ser perjudicial para la salud humana, es así que se ha establecido normas técnicas en las que se indican las dosis necesarias de empleo.

EL conservante químico se usa para inhibir el desarrollo de microorganismos como son los hongos, levaduras y bacterias, y asegurar de este modo la conservación del producto durante su almacenamiento y después de abrir el envase.

La cantidad del conservante no debe exceder el 0.05 % del peso de la bebida según lo establecido por las normas técnicas. (CODEX, 2005)

2.5.6. Estabilizador

Es un insumo que se emplea para evitar la sedimentación en el néctar, de las partículas que constituyen la pulpa de la fruta. Así mismo el estabilizador le confiere mayor consistencia al néctar. El estabilizador más empleado es el Carboxil Metil Celulosa (CMC) debido a que no cambia las características propias del néctar. (CODEX, 2005).

Se usa este estabilizante por muchas razones, entre ellas, tiene un amplio rango de viscosidad, forma geles claros y los geles son estables a rangos de pH bajos, y dentro de las razones principales que justifica su uso, que es inocuo. (Lazo, 1973)

2.6. PROCESO DE ELABORACION DE PULPAS Y NÉCTARES

El flujo general de operaciones para elaborar pulpas y néctares, se muestra en la Figura 1. Las operaciones son descritas a continuación.

2.6.1. Pesado

Importante para determinar rendimientos en el proceso.

2.6.2. Selección-clasificación

Para eliminar frutas magulladas y que presenten signos de deterioro, se hace la selección; la clasificación se hace para agrupar la fruta según su estado de madurez. Para efectos del presente proceso no es de interés el tamaño de la fruta.

2.6.3. Lavado-desinfectado

El lavado se realiza con la finalidad de eliminar cualquier partícula extraña que pueda estar adherida a la fruta. Se puede realizar por inmersión, agitación o por aspersion o rociada. Una vez lavada la fruta se recomienda un desinfectado, para lo cual se sumerge la fruta en hipoclorito de sodio con una concentración de 0.05-0.2% de CLR por un tiempo no menor a 5 min., o cualquier otro desinfectante existente en el mercado. (Grández Gil, 2008)

2.6.4. Pelado

Las frutas son pulpeadas con su cáscara, si éstas no tienen ninguna sustancia que cambie sus atributos sensoriales.

Puede ser ejecutada en forma manual, con soda, agua caliente o vapor (Guevara,2000).

2.6.5. Pulpeado-refinado

Consiste en obtener la pulpa o jugo, libre de cáscara, semillas y fibra.

2.6.6. Estandarizado

- Diluir la pulpa tal que en el néctar se detecte el sabor, aroma y color de la fruta.
- Regular el pH
- Regular los °brix
- Adicionar estabilizador
- Adicionar preservante

2.6.7. Molienda Coloidal

Para uniformizar la mezcla, se puede realizar en un molino coloidal o licuadora.

2.6.8. Tratamiento térmico

Se somete al néctar a una temperatura y tiempo determinados, dependiendo del equipo utilizado. Por ejemplo los jugos y néctares son pasteurizados (con temperaturas menores a 90° C) por 30 segundos en pasteurizador de placas, o llevados a T° de ebullición con tecnología artesanal, con el objeto de reducir así los agentes patógenos que puedan contener: • Bacterias • Protozoos • Mohos • Levaduras, etc.

Al tratarse de un proceso térmico suave, los cambios sobre las características organolépticas y el valor nutritivo del alimento son escasos, la vida útil de los alimentos pasteurizados es menor que la de los esterilizados ya que las temperaturas y el tiempo al que se somete al proceso térmico a los alimentos son menores que en el caso de los alimentos esterilizados (Guevara,2000).

2.6.9. Envasado

Se usa envases de metal, botellas de vidrio o plástico. El envasado se debe hacer en caliente, cerrándose inmediatamente el envase.

2.6.10. Enfriado

Debe ser rápido para conservar su calidad, obteniendo los siguientes controles: °Brix, pH, vacío, control del sellado, recuento de bacterias mesófilas viables, recuento total de hongos y levaduras y análisis sensorial. (Guevara, 2002).

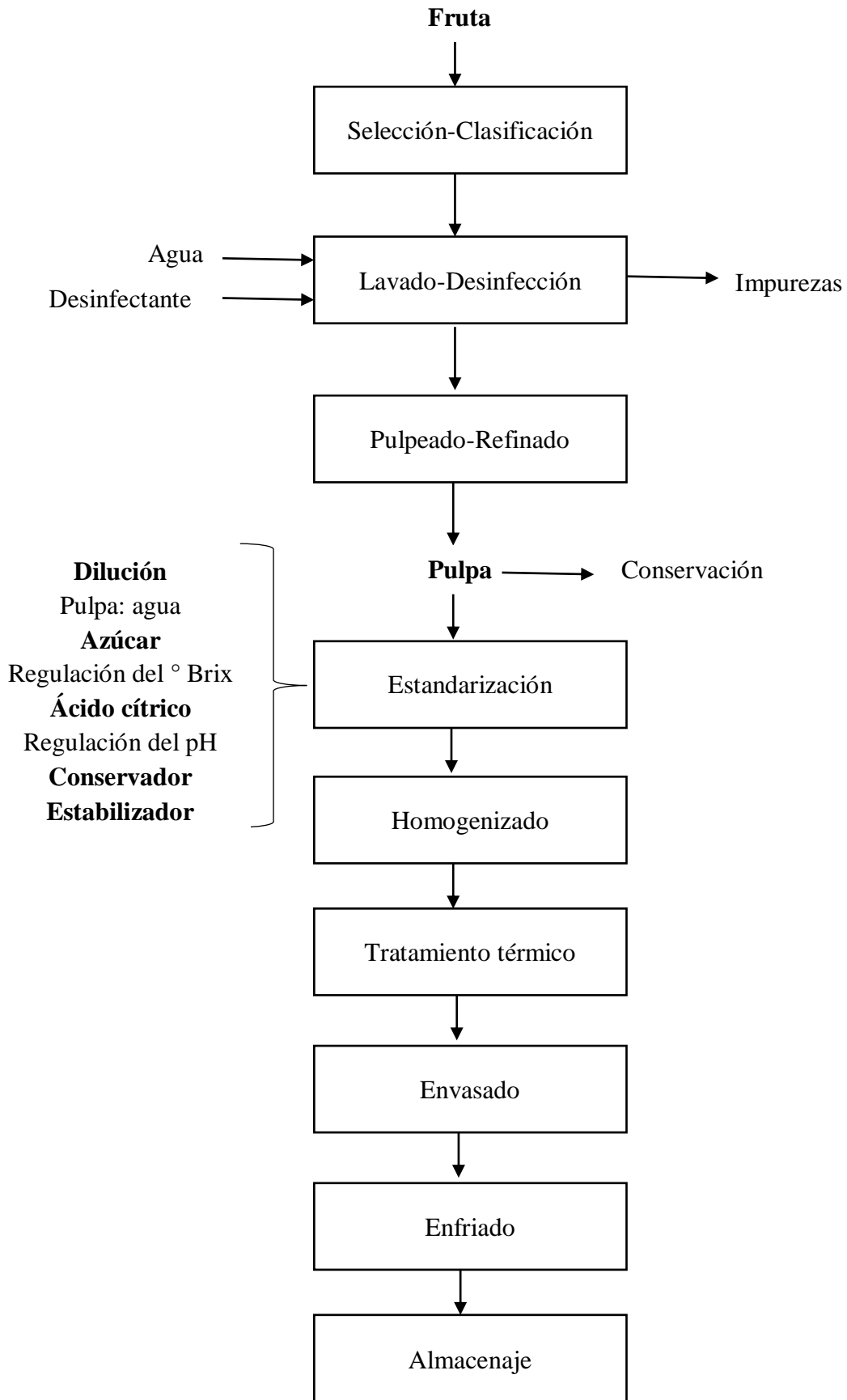


Figura 4: Flujo de Operaciones para Elaborar Pulpa y Néctar de Frutas

Fuente: Guevara Perez , 2015

2.7.VIDA ÚTIL

La vida útil (VU) es un período en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil (Man y Jones, 2000).

Una parte importante es la calidad sanitaria, ya que durante el almacenamiento pueden proliferar los microorganismos, en algunos alimentos es importante el aspecto nutricional ya que vitaminas y otros nutrientes se pueden ver afectados durante el almacenamiento. Por último la parte sensorial es también un aspecto importante en la vida útil de los alimentos ya que de esta depende la aceptación de los mismos por parte del consumidor. (Hough y Fiszman.,2005)

Aunque los compuestos bioactivos presentes en el aguaymanto y camu camu proporcionan un estado de salud mejor, la mayoría de ellos es inestable y sensible al calor lo que requiere de nuevos mecanismo de protección que podrían prolongar su vida útil. (Bakry *et al*, 2016)

Según (Carrillo *et al*, 2011) no existe todavía una guía apropiada para el manejo del frío en almacenamiento de las frutas de camu camu, sin embargo es necesario seguir realizando ensayos en frío para después determinar la relación de la temperatura y los periodos de almacenamiento, y así alargar y prolongar la vida útil de estas frutas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materia Prima

Para realizar el presente trabajo de investigación no se tomara como un indicador de calidad el índice de madurez, debido a que se utilizara aguaymanto y camu camu de un solo estado de madurez (maduro) proveniente del mercado mayorista 2 de Mayo, ubicada en el distrito de Chimbote. .

A. Aguaymanto

B. Camu Camu

3.1.2. Insumos

- Stevia
- Ácido Cítrico
- Carboximetilcelulosa (CMC)
- Sorbato de potasio
- Ácido ascórbico

3.1.3. Materiales de laboratorio.

- Probetas de 10mL, 25mL,100mL
- Balón de fondo plano de 250mL
- Erlenmeyer 125mL, 250mL, 2000mL
- Crisoles.
- Placa Petri
- Picnometro volumen de 50 ml
- Termómetro.

- Espátula.
- Papel filtro Whatman No.40.
- Embudos plásticos tallo corto.
- Pipetas volumétricas de 1.0mL, 2.0mL, 5.0mL, y 10.0mL
- Matraz 50 ml
- Tubo de ensayo
- Gradilla para tubos de ensayo

3.1.4. Reactivos

- DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) Libre de radical a -20°C, Merck.
- Metanol grado HPLC, Sigma Aldrich.
- Trolox 500mg, Merck.
- Ácido Ascórbico 1000mg. 47863 Marca, SUPELCO
- Agua Filtrada
- Agua destilada.
- Agua ultrapura.
- Solución de hidróxido de sodio 0.1N
- Fenolftaleína 1%.

3.1.5. Equipos

- Balanza analítica, Modelo AA-200, Marca Denver Instruments Company, USA.
- Refrigeradora, Marca Friolux
- Estufa tipo R-30, Marca Memmert, Alemania
- Refractómetro digital marca Rudolph Research J157 Automatic.
- pH-meter digital, Modelo HI 9017K, Marca Hanna Instruments.
- Colorímetro, Modelo CHROMA METER CR-400/410

- Centrifuga Angular, N° 143053, Marca Selecta, España.
- Shaker. Marca, SARTORIUS STEDIM.
- Mufla, Modelo N°FB1310 M-26 Type 1300, Marca thermolyne Sybron, USA.
- High-Performance Liquid Chromatography (HPLC), Modelo ULTIMATE 3000. Marca Thermo Cientific
- Columna C18 PepMap 100 de Diametro interno 75µm, Longitud: 15cm.
- Detector de Arreglo de Diodos (245mm). Autosampler (inyector automático), Modelo UVD-3000
- Planta piloto Polivalente de Refinamiento Mod PAS/EV. Marca, ELECTRONICAVENETA
- Autoclave de Esterilización. Marca, DE LAMA. Mod AVS/EV
- Pasteurizador por Placas. Marca, ELECTRONICAVENETA. Mod MUPL/EV
- Licuadora. Marca Oster
- Mesas de Acero inoxidable.

3.1.6. Otros Instrumentos

- Colador
- Papel Toalla
- Cucharas descartables
- Vasos descartables N° 5
- Cepillos de limpieza

3.2. METODOS

3.2.1. Diagrama de flujo para la Formulación de la bebida Funcional

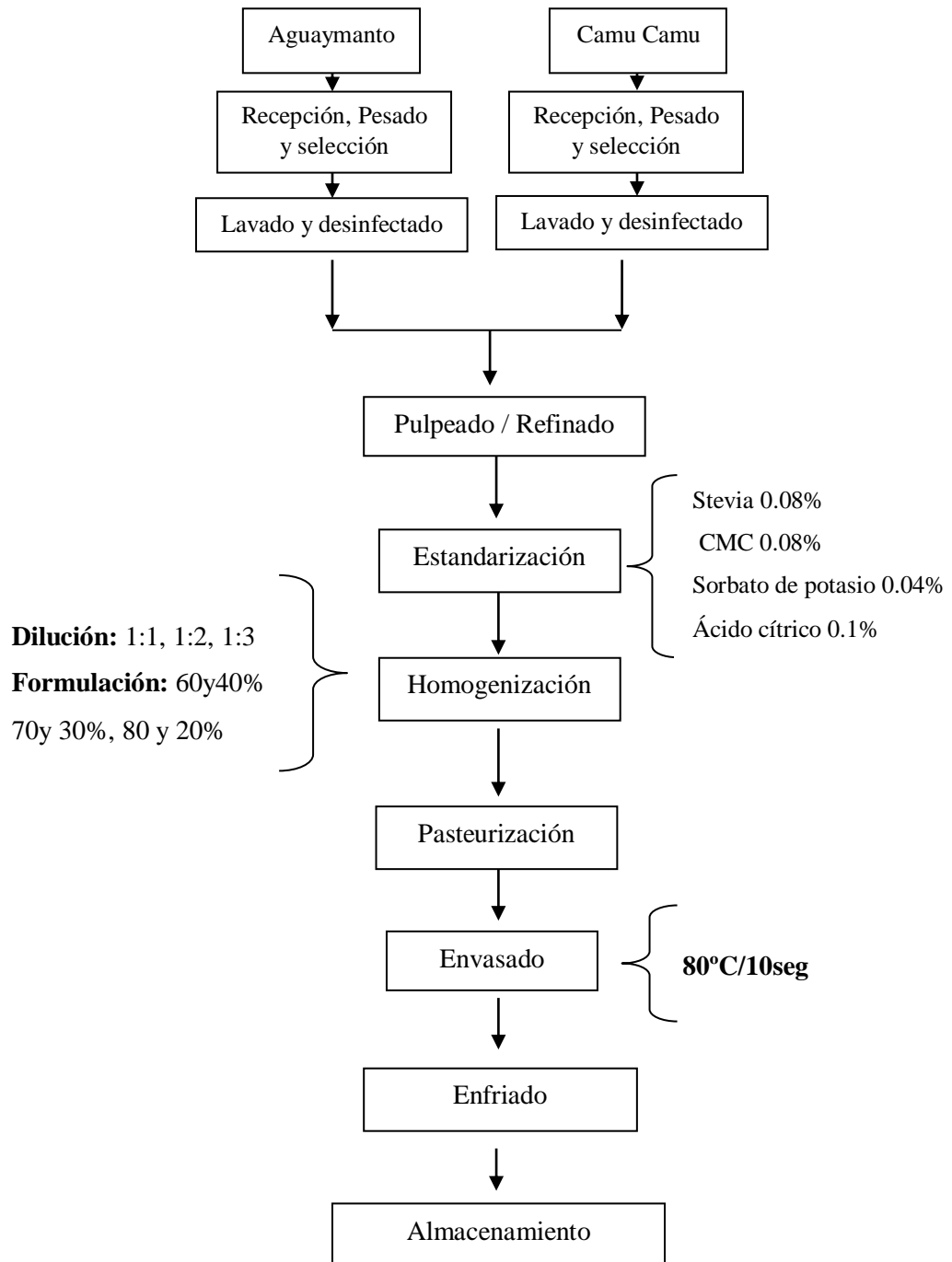


Figura 5: Diagrama de flujo para formulación de la bebida funcional.

3.2.2. Descripción del proceso de la Elaboración de la Bebida Funcional

Previa realización de la bebida funcional se lleva a cabo una limpieza general de todo el lugar de trabajo, equipos y utensilios que se van a utilizar, mediante el uso de agua a presión. Luego los equipos y utensilios son desinfectados con una solución de lejía (hipoclorito de sodio 5%).

3.2.2.1. Recepción, pesado y selección la materia prima:

Los frutos de aguaymanto y camu camu llegaron en cajas. Una vez recepcionado la materia prima se procederá rápidamente al pesado de las mismas, esto con el objetivo de realizar posteriormente un balance materia y calcular rendimientos. Al momento de la recepción de la materia prima se hará una inspección visual del lote, determinando si se encuentran aptas para el proceso.

La materia prima recepcionada fue 6,890 Kg y 7,899 Kg de Aguaymanto y Camu Camu respectivamente.

3.2.2.2. Lavado y desinfectado:

Los frutos fueron seleccionados manualmente y lavados en agua por inmersión para retirar la tierra, polvo y sustancias ajenas a la composición natural a la fruta empleando una concentración de 10 ppm de hipoclorito de sodio por un minuto aproximadamente, luego son enjuagados en agua potable. Además los envases de vidrio fueron desinfectados en el Autoclave de esterilización, modelo AVS/EV.

3.2.2.3. Congelación de la materia prima:

Este paso se realiza con la finalidad de tener mayor rendimiento en la etapa de pulpeado y despepitado a -4°C . Además la vitamina C a bajas temperaturas ayuda a su conservación en el tiempo.

3.2.2.4. Pulpeado y refinado:

Esta etapa es importante ya que depende en gran medida el rendimiento de la materia prima. Se realiza con la finalidad de obtener una pulpa fina libre de partículas de gran tamaño o pepas.

El proceso consistió en colocar la materia prima en el equipo de Planta piloto Polivalente de Refinamiento Mod PAS/EV. Marca, ELECTRONICAVENETA con un número de malla de 0.1mm

3.2.2.5. Estandarización:

En esta operación se realizó la mezcla de todos los ingredientes que constituyen la bebida funcional y también la medición del agua que se utilizará con los porcentajes de pulpa y diluciones mencionados en el diagrama de flujo.

1. Dilución de la pulpa: 1:1; 1:2; 1:3
2. Adición de stevia: 0.8%
3. Adición del estabilizante (CMC): 0.08%
4. Adición del conservante (Sorbato de Potasio): 0.04%
5. Ácido cítrico: 0.1%

3.2.2.6. Homogenizado:

Consistió en agitar la mezcla hasta lograr la completa dilución de todos los ingredientes. Se utilizó una licuadora para agitar la mezcla, obteniendo así una homogenización más compacta de la mezcla.

3.2.2.7. Pasteurizado:

Se utilizara una temperatura de 80°C por 10 segundos en el Pasteurizador por Placas Marca, ELECTRONICAVENETA. Mod MUPL/EV del IITA (Instituto De Investigación Agroindustrial)

3.2.2.8. Envasado

El envasado se realizó en caliente, evitando la formación de espuma, inmediatamente después se coloca la tapa, se utilizó botellas de vidrio previamente esterilizadas de 300 mL de capacidad

Si durante el proceso de envasado la temperatura de la bebida disminuye por debajo de la temperatura requerida, se debe detener esta operación.

3.2.2.9. Enfriado

El producto es enfriado rápidamente en agua. Son expuestos al agua con la finalidad de bajar bruscamente la temperatura a 36 - 40 °C. En este proceso ocurrirá la contracción del néctar dentro de la botella, lo que viene a ser la formación de vacío, este último representa el factor más importante para la conservación del producto

3.2.2.10. Almacenado

El producto se almacena a temperaturas de refrigeración y ambiente. Para finalizar, se evaluó la variación del perfil físico-químico del producto durante su almacenamiento con el objeto de determinar la vida útil de la bebida.

3.2.3. Métodos de Caracterización Físicoquímica

3.2.3.1. Determinación de Humedad

La humedad de la fruta se determina por el método 934.06 (37.1.10) del (AOAC, 2016), secado y diferencia de los pesos.

3.2.3.2. Determinación de Cenizas

Se determina mediante la calcinación a temperaturas entre 550 – 600°C a determinada muestra. Método 7009 de la (AOAC, 2016)

3.2.3.3. Determinación de sólidos solubles (°Brix).

Para la medición de sólidos solubles se empleará el método refractométrico (AOAC, 2016) 932.12 y se realizará la lectura en un refractómetro digital.

3.2.3.4. Determinación de pH

Con esta determinación se evalúa la concentración de iones hidrogeno sin importar la procedencia (ácido débil o fuerte). Este se determina directamente con la ayuda de un potenciómetro, el valor de pH para la bebida debe estar entre el 2.4 y 4.4.

3.2.3.5. Determinación de densidad

La densidad de la solución fue determinada mediante el método 962.37 de la (AOAC, 2016), utilizando como instrumento un picnómetro. La fórmula es la siguiente:

$$\rho = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} * \rho_{H_2O}$$

Dónde:

m_1 = masa del picnómetro vacío (gr)

m_2 = masa del picnómetro c/H₂O (gr)

m_3 = masa del picnómetro con la solución (gr)

ρ_{H_2O} = densidad del agua (g/ml)

3.2.3.6. Determinación de acidez titulable.

La acidez titulable con un álcali fue determinada mediante el método 947.05 de la (AOAC, 2016), generalmente se expresa en términos de un ácido en particular para las bebidas funcionales se expresa en términos de ácido ascórbico en porcentaje.

Fórmula:

$$\% P / V = \frac{(VmL \times N) vte \times meq \text{ ácido cítrico}}{g Mx} \times 100$$

3.2.3.7.Determinación de parámetros colorímetros

El espacio de color L*a*b* (también llamado CIELAB) es actualmente uno de los espacios más populares para medir el color de los objetos y se utiliza ampliamente en casi todos los campos. Es uno de los espacios de color uniformes definidos por la CIE en 1976.

3.2.3.8.Determinación de Vitamina C (HPLC)

Curva de Calibración de Vitamina C

Para la obtención de la curva se usó Acido Ascorbico, preparando concentraciones de 0,02; 0,03 y 0,04 mg/ml, se acondiciono el equipo (Tabla 7), obteniendo cromatogramas (Fig. 26, 27 y 28) y finalmente la curva de calibración (Grafico 12).

Tabla 7: Condiciones de Trabajo

	Metanol	65%
Fase Móvil	Agua Ultrapura	35%
Tasa de Flujo	1,0	mL/min
Temperatura	45	°C
Volumen de muestra	5	µL
Patrón de muestra	Ácido Ascórbico	

Análisis de Vitamina C

Se evaluaron las nueve formulaciones elaboradas. Para cada una de ellas se pesó 5 g de muestra, luego se adiciono 15 ml de ortofosforico al 4.5%, posteriormente se adiciono 2ml de agua ultrapura; se llevó a la centrifuga a 4000 r.p.m. por 15 min; al termino se filtró en discos rojos de porosidad de 0.20 um; finalmente se analizó en el HPLC y se reemplazó en la Curva de Calibración.

3.2.3.9. Actividad del antirradical DPPH

La capacidad antioxidante o actividad antioxidante para alimentos y bebidas se determinará mediante el método oficial AOAC 2012.04 por reacción con el radical DPPH (1,1-difenil-2-picril- hidracil) el cual se basa en la utilización del radical libre del (DPPH*) en solución metanólica a 40mg/L. La absorbancia se leerá a 517nm a intervalos de tiempo diferentes hasta que la reacción alcance un equilibrio.

3.2.3.10. Determinación de parámetros sensoriales

Se ejecuta bajo condiciones controladas de laboratorio y con jueces semientrenados. Esta prueba se realizó mediante las pruebas de medición del grado de satisfacción para obtener una mayor información acerca de la aceptabilidad del producto a través del tiempo.

El objetivo de esta prueba es medir el grado de significancia entre si ($p \leq 0.05$). Para llevar a cabo estas pruebas utilizaremos las escalas hedónicas de 9 puntos, empleándose para ello 50 panelistas.

La cartilla de evaluación se encuentra en el Anexo 07

3.2.3.11. Determinación de tiempo de vida útil

La determinación de la vida útil se realiza sometiendo a estrés el producto bajo condiciones de almacenamiento controladas. Se realizan las predicciones mediante modelos matemáticos, pruebas en tiempo real para alimentos de vida corta y pruebas aceleradas para alimentos con mucha estabilidad

Para realizar las pruebas de vida útil para un néctar, por ejemplo se pueden realizar almacenamientos a tres temperaturas diferentes: temperatura de refrigeración (4°C), temperatura ambiente (15-27°C) y temperaturas extremas (35/37°C), realizando las pruebas fisicoquímicas, organolépticas, microbiológicas y nutricionales en periodos iguales de tiempo, por ejemplo, cada tres días hasta el momento en que alguna de los análisis que se realicen de valores por debajo de los aceptables (Charm, 2007).

3.2.3.12. Determinación de análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos de recuento total de bacterias aerobias mesofilas viables, mohos, levaduras y coliformes totales. Se realizara de acuerdo a 10.9 AOAC Método Oficial de Análisis. Métodos microbiológicos. Esta evaluación se realizara en el Laboratorio acreditado de COLECBI S.A.C.

3.2.4. Diseño Experimental

El diseño estadístico que se utilizó para el proyecto de investigación fue el diseño compuesto al azar (DCA). Se consideraron como variables independientes los contenidos: i) la proporción de aguaymanto y camu camu y ii) la dilución de fruta en agua. Se llevó a cabo un diseño Factorial de 2 factores con 3 niveles: 3^2 . Se analizó las variables dependientes o respuestas: i) determinación de vitamina C, ii) determinación de la capacidad antioxidante y iii) la calidad sensorial (sabor, olor, color y apariencia general).

Los dos factores en la formulación de la elaboración de la Bebida Funcional tuvieron tres niveles cada uno. Estos fueron las concentraciones de Aguaymanto: Camu Camu (60%:40%, 70%:30%, 80%:20%); y las diluciones pulpa: agua (1:1, 1:2 y 1:3).

3.2.5. Esquema del diseño experimental

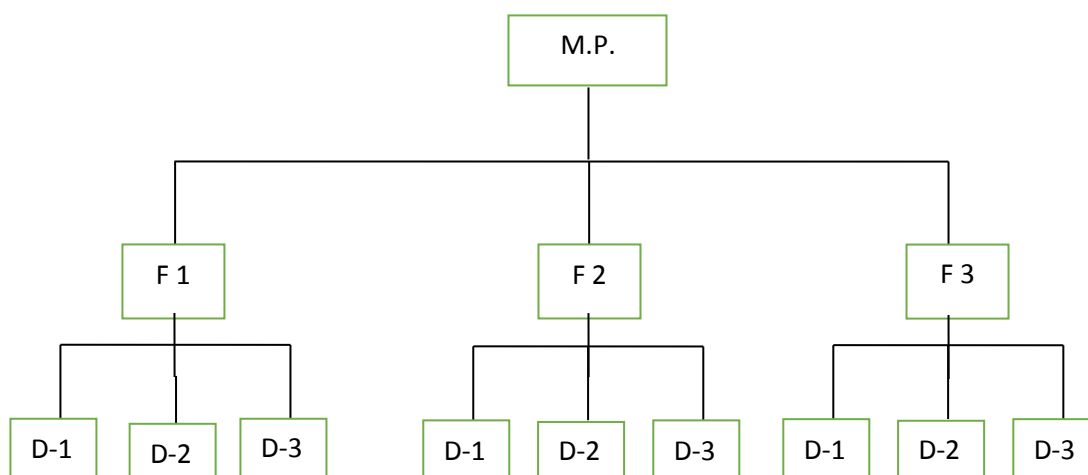


Tabla 8: Plan de experimentación nominal para el diseño factorial completo 3^2

TRATAMIENTO	Variables Codificadas		Valores reales	
	F(%)	D(mL:mL)	F(%)	D(mL:mL)
1	-1	-1	60	1
2	0	-1	70	1
3	1	-1	80	1
4	-1	0	60	2
5	0	0	70	2
6	1	0	80	2
7	-1	1	60	3
8	0	1	70	3
9	1	1	80	3

3.2.6. Diseño Estadístico

Se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS Centurion XV.II para determinar los efectos de las variables independientes, calcular los coeficientes de regresión (R^2), el análisis de la varianza (ANOVA) y construcción de las superficies de respuesta, con un nivel de significación de 5%. Para determinar la formulación óptima de la bebida funcional se consideró el análisis sensorial basado en el formato hedónico, aplicado a 50 panelistas.

Se analizó los resultados utilizando un DCA, para ello se empleó el arreglo factorial de $3 \times 3 = 9$, con tres repeticiones siendo un total de

27 experimentos, evaluando la cuantificación de vitamina C, la capacidad antioxidante y el análisis sensorial.

3.2.7. Diseño de Modelo Estadístico de la Bebida Funcional:

Tabla 9: Factor A. - Concentración o Formulación

Formulación	Aguay manto (%)	Camu camu (%)
F1 (-1)	60	40
F2 (0)	70	30
F3 (1)	80	20

Tabla 10: Factor B. - Dilución

Dilución	Pulpa :agua
D 1 (-1)	1 : 1
D 2 (0)	1 : 2
D 3 (1)	1 : 3

F_i = Formulación en el nivel "i"

D_j =Dilución en el nivel "j"

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. COMPOSICIÓN FISCOQUÍMICA DE LA MATERIA PRIMA

En la Tabla 11 se muestran las características fisicoquímicas del Camu Camu y el Aguaymanto determinados en esta investigación.

Tabla 11: Caracterización fisicoquímica de la pulpa de Camu Camu y el Aguaymanto

Características Fisicoquímicas	Camu Camu	Aguaymanto
°Brix	5,35 ± 0,02	15,30 ± 0,08
pH	2,71 ± 0,32	3,63 ± 0,21
Acidez (%)	2,62 ± 0,35	1,44 ± 0,2
Humedad (%)	85.3 ± 0,53	83,5 ± 0,72
Cenizas (g)	0,3 ± 0,32	0,1 ± 0,42
mg Vitamina C/100 g	2498,24 ± 0,08	40,97 ±
L*	46,88 ± 0,21	70,21 ± 0,36
a*	-0,55 ± 0,15	10.56 ± 0,25
b*	6,26 ± 0,32	55,51± 0.27

Se puede observar que para el Camu Camu el valor de los °Brix se aproximan a lo reportado por Rodríguez (2002) ya que se debe al estado y grado de maduración en que se encuentre la fruta en estudio; para los valores de pH, acidez, humedad y cenizas concuerdan con lo expuesto por los autores mencionados anteriormente; en el análisis de contenido de vitamina C se obtuvo un valor de 2498 mg Vitamina C/ 100 g, el cual se encuentra en el rango reportado por (Gutiérrez, Hoyos , & Páez, 2007),

quienes realizaron un estudio sobre fluctuación de la vitamina C en pulpa de frutos de camu camu colectados en diferentes horas del día; para los datos de colorimetría concuerdan para una fruta madura de Camu Camu según el CIE-LAB.

En el análisis fisicoquímico del Aguaymanto coinciden en valores aproximados para parámetros como sólidos solubles expresados como °Brix, el porcentaje de acidez y humedad coinciden con los reportes por Mendoza, *et al.* (2012), Marín, *et al.* (2010), Márquez C, *et al.* (2009) y Restrepo, *et al.* (2009); además se observa que el % de acidez es bajo y los °Brix es relativamente, esto se debe al índice de madurez que la fruta presenta según la NTC 4580. Para el análisis de contenido de vitamina C se obtuvo un valor de 42.97 Vitamina C/ 100 g, el cual se encuentra bien establecido dentro del rango reportado por Osorio & Roldan (2003); finalmente para los datos de colorimetría, Puente *et al.*, (2011) reportaron los rangos de color para el fruto fresco e aguaymanto L* (70,31 a 71,37), a* (14,31 a 15,20) y b* (60,84 a 61 ,76).

4.2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS FORMULACIONES ELABORADAS

Tabla 12: Parámetros analizados a las formulaciones elaboradas

Tratamientos	F _i	D _j	°Brix	pH	Acidez (%)	Densidad (g/ml)
1	F ₁	D ₁	5,5 ± 0,15	3,81 ± 0,4	1,45 ± 0,3	1,045 ± 0,2
2	F ₁	D ₂	5,5 ± 0,12	3,8 ± 0,33	1,34 ± 0,21	1,040 ± 0,35
3	F ₁	D ₃	5,6 ± 0,08	3,78 ± 0,29	1,42 ± 0,28	1,037 ± 0,23
4	F ₂	D ₁	5 ± 0,16	3,75 ± 0,43	1,17 ± 0,19	1,038 ± 0,46
5	F ₂	D ₂	4,8 ± 0,2	3,78 ± 0,2	1,14 ± 0,31	1,025 ± 0,52
6	F ₂	D ₃	4,6 ± 0,19	3,85 ± 0,2	1,19 ± 0,36	1,019 ± 0,51
7	F ₃	D ₁	3,5 ± 0,17	3,9 ± 0,46	0,87 ± 0,26	1,036 ± 0,23
8	F ₃	D ₃	3,4 ± 0,12	3,84 ± 0,5	0,92 ± 0,34	1,022 ± 0,4
9	F ₃	D ₃	3,3 ± 0,2	3,79 ± 0,47	0,89 ± 0,22	1,013 ± 0,32

F₁ = 60%:40% (aguaymanto:camu camu), F₂ = 70%:30% (aguaymanto:camu camu) y F₃ = 80%:20% (aguaymanto:camu camu)
D₁ = 1:1 (pulpa: agua) D₂ = 1:2 (pulpa: agua) D₃ = 1:3 (pulpa: agua)

Según la Tabla 12, la formulación F3D3 tiene una de las menores desviaciones estándar con respecto a las nueve formulaciones. Del mismo modo, F1D2 y F1D3 tienen las desviaciones más elevadas (0.009 y 0.008 respectivamente). Si analizamos este parámetro, nos menciona que los néctares con menor densidad son de menor preferencia (F3) en el análisis sensorial ya que contendría mayor dilución en agua.

Con la mejor dilución y °Brix se elaboró néctares haciéndose variar el pH a 3,6; 3,8 y 4, adicionando ácido cítrico con el fin de lograr el equilibrio entre el dulzor y acidez y buscando un pH ácido de tal modo que contribuya como barrera en la conservación del néctar.

Tabla 13: Análisis de vitamina C a nueve formulaciones

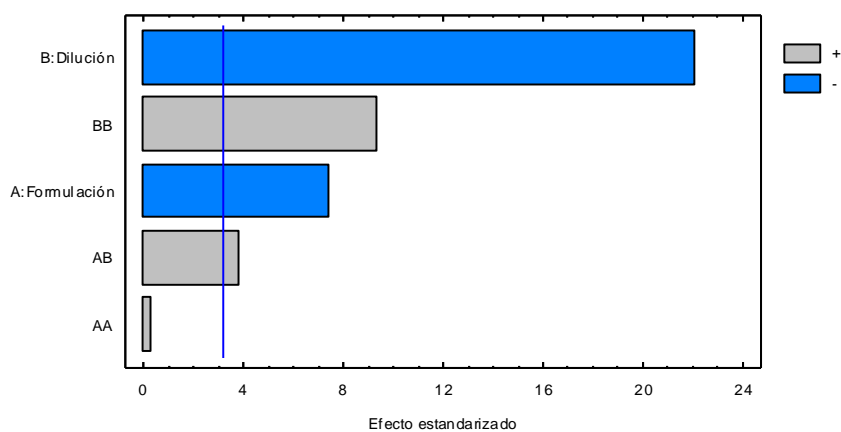
FORMULACIONES	mg Vitamina C/100g
F1D1	422,19 ± 0,04
F1D2	127,9 ± 0,01
F1D3	83,21 ± 0,01
F2D1	344,47 ± 0,02
F2D2	89,09 ± 0,01
F2D3	50,79 ± 0,01
F3D1	253,96 ± 0,02
F3D2	63,37 ± 0,01
F3D3	33,69 ± 0,01

En la Tabla 13 se representan los valores obtenidos en el laboratorio fisicoquímica de vitamina C a las diferentes formulaciones realizadas por HPLC, según la Norma Codex (2005). Se observa que a menor dilución las concentraciones de vitamina C son mayores, es así que para la Formulación F1D1 muestra un valor de 422,19 mg Vitamina C/ 100g el cual es elevado a diferencia de las otras muestras.

Tabla 14: Análisis de varianza para Vitamina C

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Formulación	17065.6	1	17065.6	54.79	0.0051
B:Dilución	151603.	1	151603.	486.75	0.0002
AA	28.7029	1	28.7029	0.09	0.7813
AB	4555.58	1	4555.58	14.63	0.0315
BB	27459.2	1	27459.2	88.16	0.0026
Error total	934.374	3	311.458		
Total (corr.)	201647.	8			

En la Tabla 14, muestra el ANOVA que particiona la variabilidad de Vitamina C en etapas separadas para cada uno de los efectos. Entonces al realizarse este análisis, se muestra la significancia estadística entre las 9 formulaciones. En este caso, 4 efectos tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

**Figura 6:** Diagrama de Pareto estandarizada para el análisis de Vitamina C

En la Figura 6, muestra el grado de significancia entre los factores de Dilución y Formulación y la relación que existe entre ambas. Se evidencia que el factor dilución es más significativo que la formulación o proporción de pulpa ya que implica el comportamiento de la cantidad de vitamina C con la relación pulpa: agua dentro de la muestra. Es así, que la barra positiva nos indica la dilucion y formulación o proporción influenciaran con la variable respuesta.

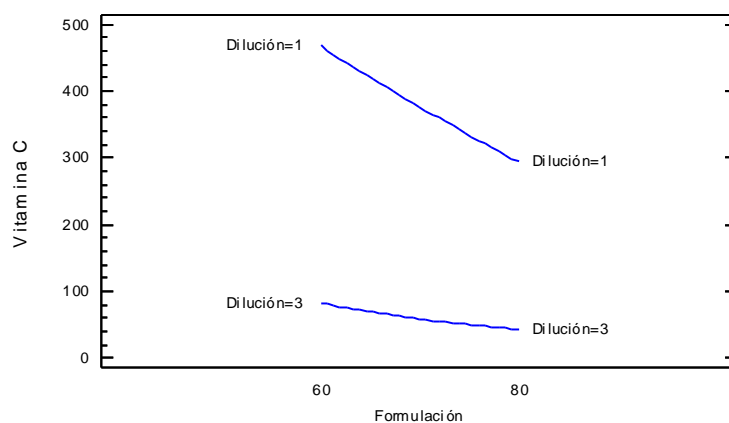


Figura 7: Interacción de la vitamina C

Según la Figura 7, muestra la interacción de la Vitamina C con respecto a las formulaciones realizadas (60%:40%, 70%:30%, 80%:20%), el cual muestra que el contenido de vitamina C disminuye a mayor cantidad de dilución empleada en la formulación y a menores diluciones mayor contenido de vitamina C en las formulaciones.

4.3.OPTIMIZACIÓN DE LA VARIABLE RESPUESTA

Optimizar Respuesta

Meta: maximizar Vitamina C

Valor óptimo = 422.19

Tabla 15: Optimización de la variable respuesta

<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Formulación	60.0	80.0	60.0
Dilución	1.0	3.0	1.0

En la Tabla 15 muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza Vitamina C sobre la región indicada. El valor óptimo es de 422.19 mg Vitamina C/ 100 g para la bebida funcional.

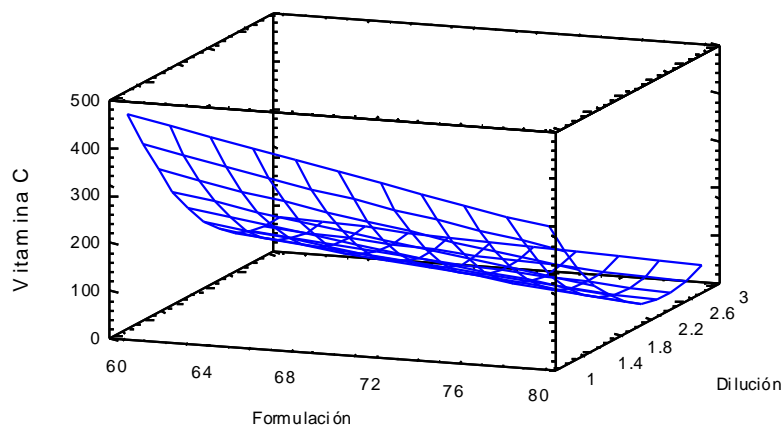


Figura 8: Superficie Respuesta

Según el Figura 8, se interpreta que a una formulación del 60%:40%, mayor cantidad o concentración de Vitamina C y a una formulación del 80%:20% obtendremos una menor concentración de Vitamina C, esto se debe a que son proporciones de pulpa de agaymanto:camu camu respectivamente, que según Pinedo *et al.*, (2001) y Sandoval (2003) el mayor contenido de Vitamina C se encuentra en el camu camu es por ello

que la proporción 60%:40% tiene mayor concentración de Vitamina C. De igual forma ocurre con la dilución que cuando sea menor (1:1) habrá mayor contenido de Vitamina C y a mayor dilución, menor concentración de Vitamina C, teniendo una relación inversamente proporcional.

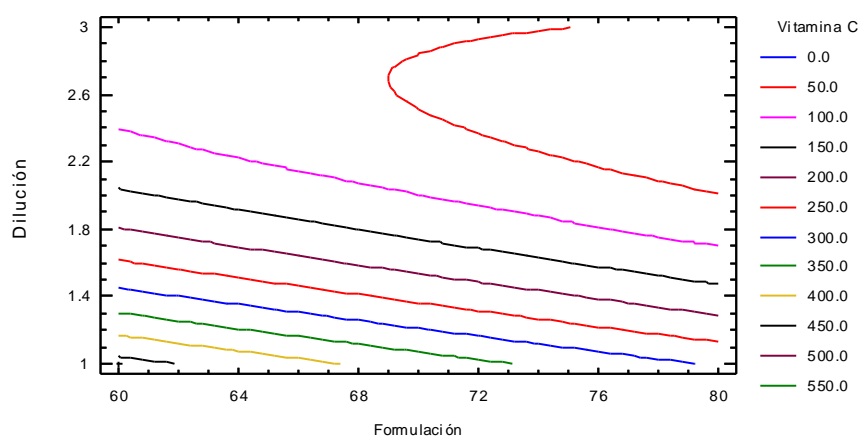


Figura 9: Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada

Según la Figura 9, se aprecia que al utilizar una dilución de 1:1 y 1:1.1 y una formulación de 60%:40% a 62%:38%, se obtendrá una mayor concentración de vitamina C.

La sinergia de estos dos componentes (aguaymanto y camu camu) en la bebida funcional ayuda a contrarrestar o disminuir el riesgo de cáncer, enfermedades cardiovasculares y estrés oxidativo, debido a los compuestos fenólicos, principalmente la vitamina C, que se encuentran en los frutos. Diferentes investigaciones atribuyen a estos componentes como antioxidantes y antidiabéticas.

4.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN AL PRODUCTO TERMINADO EN ESTUDIO

Tabla 16: Parámetros evaluados a la bebida funcional óptima

PARAMETROS	BEBIDA FUNCIONAL
Proporción pulpa Aguaymato: pulpa Camu Camu	60% :40%
Dilución pulpa: agua	1:1
Stevia	0.8%
CMC	0.15%
Sorbato de Potasio	0.04%
Ácido Cítrico	0.1%
°Brix	5.6± 0.04
pH	3.8± 0.02
Acidez (%)	1.45 ± 0.06
Densidad (g/cm ³)	1.039 ± 0.007
mg Vitamina C/100 g	472.95 ± 0.04
L*	39.36 ± 0.08
a*	1.7 ± 0.09
b*	32.03 ± 0.09

Según la Tabla 16 reporta los parámetros evaluados a la bebida funcional como producto final. Con respecto al pH de 3.8, el valor obtenido es un factor importante que limita el crecimiento progresivo de patógenos y de deterioro según lo reportado por Franco et al. (1996), así como también favorece la estabilidad del ácido ascórbico mencionado por Counsell et al. (1981).

En cuanto a la caracterización fisicoquímica del néctar, cumple con los requisitos de la NTP 203.110-2009 en cuanto al pH y el porcentaje de acidez, que según la Norma, el pH no se debe encontrar por debajo de 2,5 y la acidez no debe ser inferior al 0,2%, ambas tomadas a temperatura ambiente. Para el néctar elaborado, el pH se encuentra en un rango de 3,8 y 4,40; y el porcentaje de acidez se encuentra en un rango entre 0,17 y 0,18%.

En la bebida funcional de aguaymanto y camu camu mostró un anaranjado claro, con valores de $L^* = 39.36 \pm 0.08$, $a^* = 1.7 \pm 0.09$, $b^* = 32.03 \pm 0.09$; este resultado es de gran importancia para el mantenimiento de este estudio ya que los pigmentos tales como los carotenoides, responsables del color anaranjado, pueden ser inestables a tratamiento térmico altos.

4.5. ANÁLISIS DEL ANTIRRADICAL DPPH

Tabla 17: Resumen de la cuantificación de capacidad antioxidante, a partir de la curva de calibrado corregido, para cada Formulación y dilución de la bebida funcional.

FORMULACIÓN	NUEVA CONCENTRACIÓN TROLOX (517nm)	CONCENTRACIÓN (μ Mol TE/100 g de muestra)
F1D1	0.0109	25817.5644
F1D2	0.0377	7465.3198
F1D3	0.0886	3177.5464
F2D1	0.0450	6258.8035
F2D2	0.1458	1930.2852
F2D3	0.2670	1053.7781
F3D1	0.0550	5120.8392
F3D2	0.4314	652.2332
F3D3	0.4750	592.3724

En la Tabla 17 nos muestra que la Formulación F1D1 tiene una concentración 25817.564 μ mol TE/100 gr de muestra, siendo la mayor concentración de capacidad antioxidante de todas las formulaciones y el F3D3 con una concentración más baja de 592.372 μ mol TE/100 gr de muestra. Según Camargo *et.al* (2015), para un estadio de madurez cosechado a 88 días de camu camu, se encuentra en el rango de 500 000 a 600 000 μ mol TE/100 gr de muestra solo en la pulpa del camu camu, si comparamos esta capacidad antioxidante con la bebida funcional optima el

resultado es muy bajo debido a que hemos empleado temperatura alta, diluciones en la bebida, así como la exposición de la pulpa al medio ambiente, lo cual son factores directos para el bajo contenido antioxidante. El ácido ascórbico es un antioxidante y como tal es un nutriente que bloquea parte del daño causado por los radicales libres. (Encina, 2006)

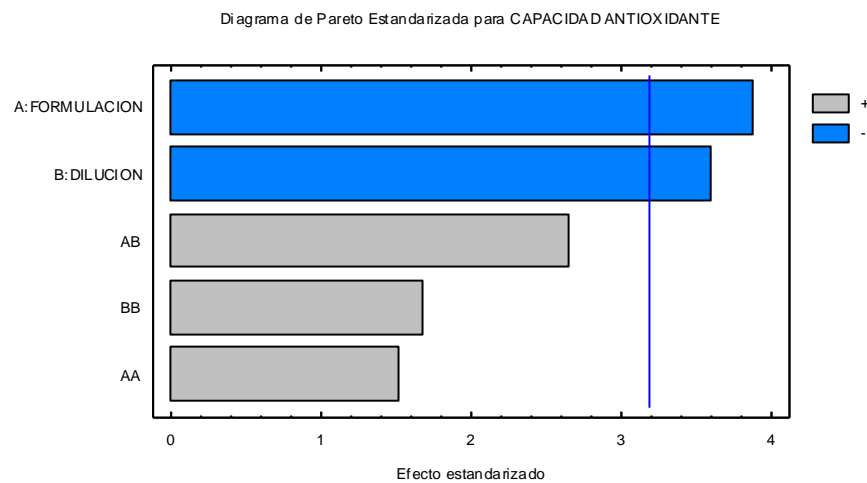


Figura 10: Diagrama de Pareto para la Capacidad Antioxidante

En la Figura 10, muestra el grado de significancia entre los factores de Dilución y Formulación con una de las variables respuesta que es la actividad antioxidante. Se evidencia que el factor formulación o proporción es más significativo que la dilución ya que implica la captación de radicales de acuerdo a la proporción de fruta y dilución que se emplee. Es así, que la barra positiva nos indica la dilucion y formulación o proporción influenciaran con la variable respuesta.

Tabla 18: Análisis de Varianza para CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:FORMULACION	1.74674E8	1	1.74674E8	15.02	0.0304
B:DILUCION	1.50951E8	1	1.50951E8	12.98	0.0367
AA	2.67064E7	1	2.67064E7	2.30	0.2269
AB	8.20071E7	1	8.20071E7	7.05	0.0766
BB	3.29135E7	1	3.29135E7	2.83	0.1911
Error total	3.48911E7	3	1.16304E7		
Total (corr.)	5.02143E8	8			

En la Tabla 18 de ANOVA para la CAPACIDAD ANTIOXIDANTE, prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos (formulación o proporción y Dilucion) tienen un valor-P menor que 0.05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 93.0516% de la variabilidad en CAPACIDAD ANTIOXIDANTE. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 81.4708%.

4.6. EVALUACION SENSORIAL

Cada tratamiento fue sometido a la evaluación sensorial por atributos (color, olor, sabor y textura) con la escala hedónica de puntuación en la encuesta elaborada y un panel de 50 panelistas.

A continuación se presenta el ANOVA para cada atributo.

Tabla 19: Análisis de Varianza para OLOR de la Bebida Funcional

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:FORMULACION	1121.33	1	1121.33	4.22	0.0700
B:DILUCION	9576.75	1	9576.75	36.08	0.0679
AA	10.8889	1	10.8889	0.04	0.844
AB	684.5	1	684.5	6.75	0.1428
BB	261.361	1	261.361	2.58	0.3470
Error total	2388.75	3	265.417		
Total (corr.)	17315.1	8			

En la Tabla 19 de ANOVA para Varianza del OLOR de la Bebida Funcional, se obtuvo que la dilución a comparación de la formulación no es significativo ya que tiene un valor-P mayor que 0.05, esto quiere decir que no influye en el resultado del OLOR, indicando que no es significativamente diferente de cero con un nivel de confianza del 95.0%.

Se observó que el parámetro olor obtiene un promedio igual para las 3 muestras evaluadas sensorialmente, aceptando así la hipótesis nula.

La dilución 1:11 y 1:2 presentaban aceptación en el olor al igual que la dilución 1:3 que tenía un olor aceptable por parte de los panelistas, pero su sabor era de poca fruta.

Tabla 20: Análisis de Varianza para SABOR de la Bebida Funcional

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:FORMULACION	2002.08	1	2002.08	5.34	0.0462
B:DILUCION	25854.1	1	25854.1	68.90	0.0000
AA	3782.25	1	3782.25	1.39	0.2681
AB	3741.13	1	3741.13	10.08	0.0116
BB	420.25	1	420.25	1.12	0.3175
Error total	1377.15	3	1377.15		
Total (corr.)	21222.5	8			

En la Tabla 20 de ANOVA para Varianza del SABOR de la Bebida Funcional, se obtuvo que la dilución y la formulación son significativo ya que tienen un valor-P menor que 0.05, esto quiere decir que influyen en el resultado del SABOR, aceptando la hipótesis alterna, donde se menciona que al menos un grupo de las 3 formulaciones evaluadas es distinto con un 95% de confiabilidad.

De acuerdo a los resultados obtenidos se seleccionaron como mejor muestra a la que se encontraba en el “rango” de “dilución” 1:1 y 1:2, debido a que estos fueron preferidos en color y sabor.

Tabla 21: Análisis de Varianza para COLOR de la Bebida Funcional

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:FORMULACION	24.0833	1	24.0833	0.07	0.7947
B:DILUCION	4524.08	1	4524.08	13.58	0.0051
AA	3306.25	1	3306.25	9.67	0.0567
AB	1431.13	1	1431.13	4.27	0.0667
BB	30.25	1	30.25	0.09	0.7707
Error total	3015.82	3	335.091		
Total (corr.)	15522.0	8			

En la Tabla 21 de ANOVA para Varianza del COLOR de la Bebida Funcional, se obtuvo que la dilución a comparación de la formulación es significativo ya que tiene un valor-P menor que 0.05, esto quiere decir que influye en el resultado de la preferencia del parámetro COLOR. Es así, que a mayor dilución el color va variando entre muestra y muestra.

Tabla 22: Análisis de Varianza para APARIENCIA GENERAL de la Bebida Funcional

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:FORMULACION	1800.75	1	1800.75	3.88	0.0303
B:DILUCION	13467.0	1	13467.0	29.04	0.0004
AA	3823.36	1	3823.36	8.24	0.9660
AB	3362.0	1	3362.0	7.25	0.0567
BB	765.444	1	765.444	1.65	0.8769
Error total	4173.92	3	463.769		
Total (corr.)	27660.4	8			

En la Tabla 22 de ANOVA para Varianza de la APARIENCIA GENERAL de la Bebida Funcional, se obtuvo que la dilución y la formulación son significativo ya que tienen un valor-P menor que 0.05, esto quiere decir que de los parámetros evaluados (color, olor y sabor) existen en al menos un grupo diferencia significativa con un nivel de confianza del 95.0%.

Al respecto Guevara (2002) refiere que la dilución está en función a las características de la fruta, cuando son muy aromáticas es alta como lo es el maracuyá donde la pulpa puede soportar 5 partes de agua y un pH natural

4.7. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El análisis microbiológico es un indicador muy importante en la elaboración de alimentos, ya que este análisis garantiza la inocuidad del producto, por lo cual se realizaron las pruebas que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 23: Resultados microbiológicos de la Bebida Funcional con mayor aceptación

Análisis microbiológico	UFC/mL	NMP/mL
Mohos	< 10	-
Levaduras	< 10	-
Coliformes	-	< 3
Escherichia Coli	-	0

Fuente: COLECBI S.A.C (Nuevo Chimbote)

De acuerdo a las pruebas realizadas en la Tabla 23 no se encontró presencia de coliformes, ni escherichia coli; lo que indica las buenas condiciones del proceso de elaboración, además de las condiciones de la materia prima.

Los zumos y néctares por su composición química (ricos en vitaminas, sales minerales, azúcares, ácido orgánicos, etc) suponen un medio nutritivo excelente para gérmenes especialmente para mohos y levaduras debido a su pH bajo, mientras que las bacterias sobreviven, pero apenas se propagan.

4.8. ANÁLISIS DE TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE LA BEBIDA FUNCIONAL

Este período depende de muchas variables en donde se incluyen tanto el producto como las condiciones ambientales y el empaque. Dentro de las que ejercen mayor peso se encuentran la temperatura, pH, actividad del agua, humedad relativa, radiación (luz), concentración de gases, potencial redox, presión y presencia de iones. Para predecir la VU de un producto es necesario en primer lugar identificar y/o seleccionar la variable cuyo cambio es el que primero identifica el consumidor como una baja en la calidad del producto, inclusive la aparición de poblaciones inaceptables de microorganismos. (Brody, 2003).

4.8.1. Brix

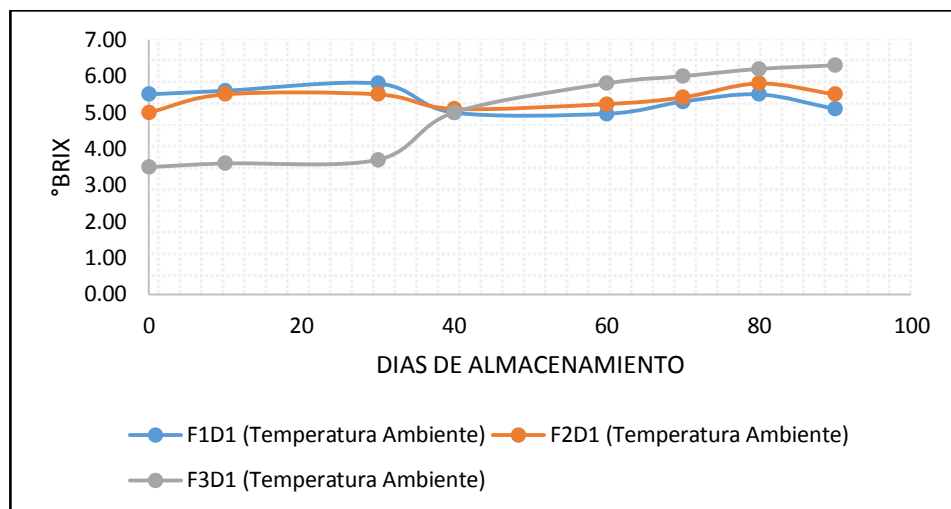


Figura 11: Evaluación de grados Brix a temperatura ambiente

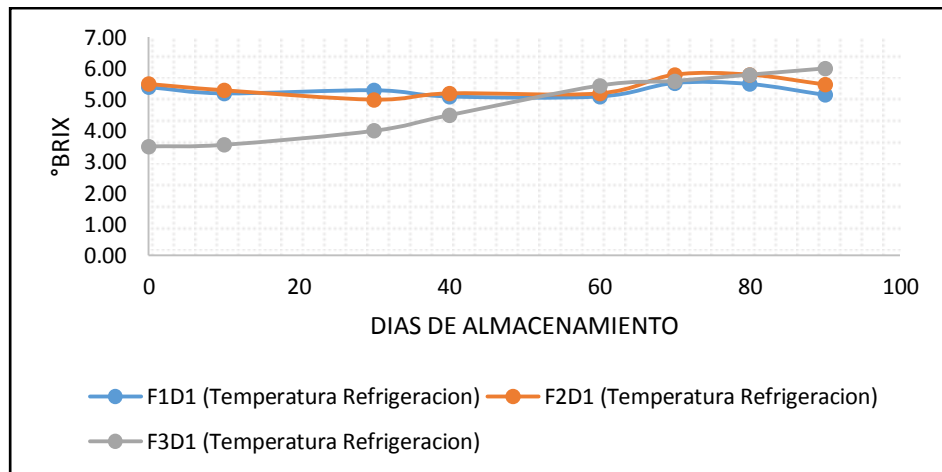


Figura 12: Evaluación de grados Brix a temperatura de refrigeración 5°C

En la Figura 11 y 12 se observa que los Brix aumentan con mayor escala a temperatura ambiente y con menos intensidad a temperatura de refrigeración. Esto se debe a que los hidratos de carbono sufren cambios bioquímicos durante los días de almacenamiento. La degradación de los polisacáridos de las membranas celulares, ejercen una contribución importante sobre el aumento en contenido de azúcares (R.G, 1988).

4.8.2. pH

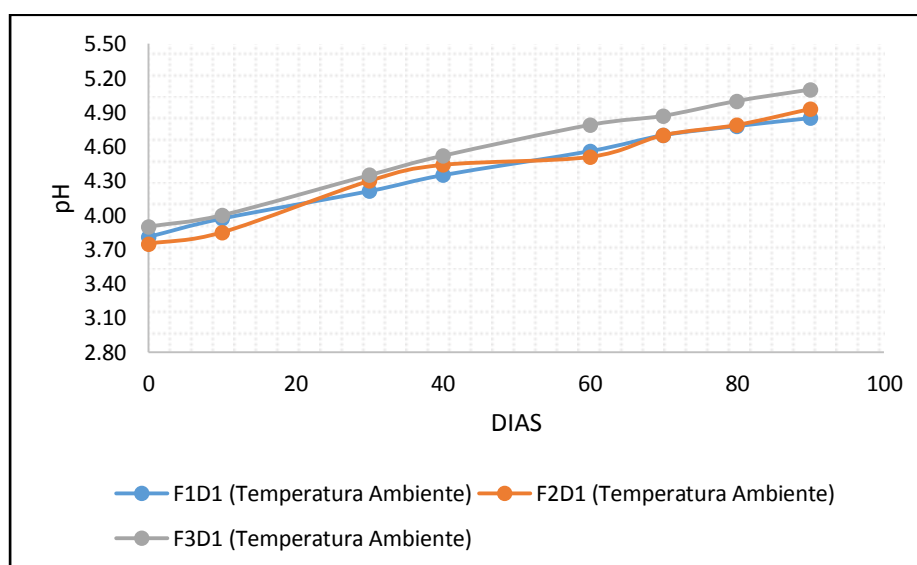


Figura 13: Evaluación de pH a temperatura ambiente

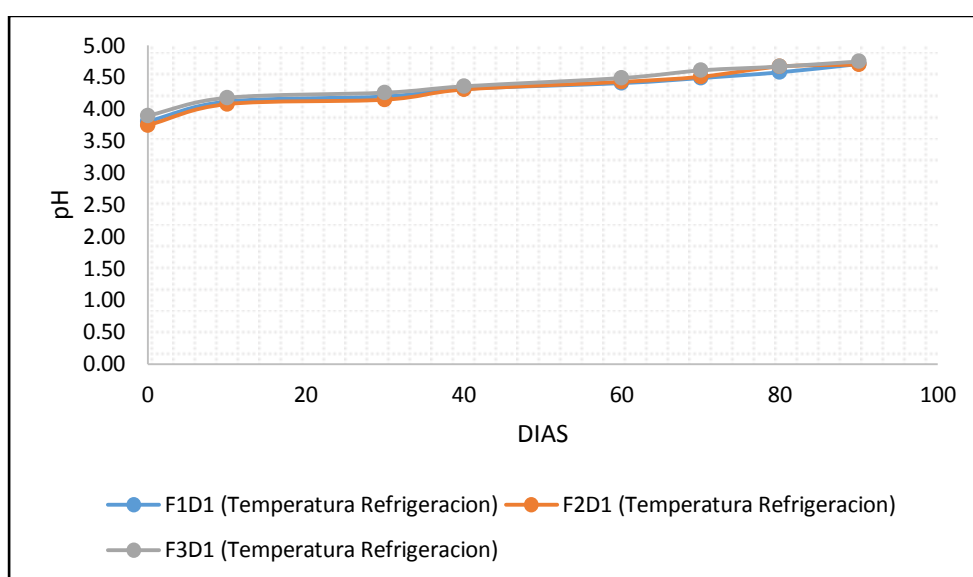


Figura 14: Evaluación de pH a temperatura de refrigeración 5°C

En las Figuras 13 y 14 se evaluó el pH de las marcas a dos diferentes temperaturas de almacenamiento, las cuales fueron (Ambiente y refrigeracion). Se observa que el nectar cumple dentro del rango de pH establecido (3.0 – 4.0) por la normativa según Sandoval (2010) para nectares. El pH muy ácido deterioraría el envase en el que se encuentra contenido más rápidamente que si

tuviera un pH menos ácido. Además incrementaría la cantidad de microorganismos acidófilos que pueden causar infecciones intestinales en el consumidor. Además de esto, un pH muy ácido, puede ser indicador de deterioro del néctar.

Los procesos termicos son los metodos de conservacion para la extencion de la vida util de jugos de fruta, este tratamiento inhibe los microorganismos a niveles de reduccion de 5log en el numero de los patogenos mas termo resistentes. (Cervantes-Elizarraras *et al*, 2017).

Con la mejor dilución y proporcion se elaboró nectares haciéndose variar el pH a 3,7; 3,8 y 4, adicionando ácido cítrico con el fin de lograr el equilibrio entre el dulzor y acidez y buscando un pH ácido de tal modo que contribuya como barrera en la conservación del néctar.

4.8.3. Acidez

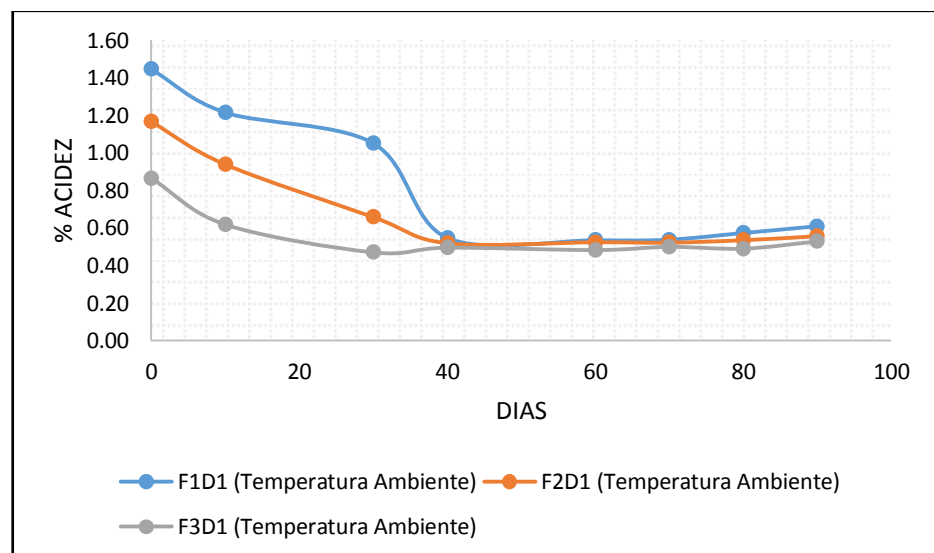


Figura 15: Evaluación de la acidez a temperatura ambiente

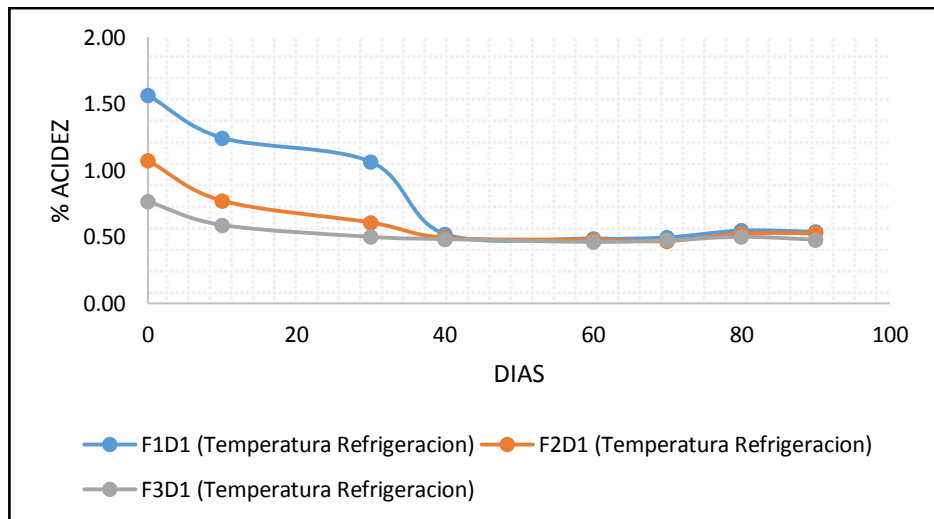


Figura 16: Evaluación de la acidez a temperatura de refrigeración 5°C

Según las Figuras 15 y 16 se observa una tendencia de disminución de la acidez titulable con respecto al tiempo. Mientras que el pH va aumentando. De manera inversa sucede con la Acidez Titulable ya que de 1.56% desciende hasta 0.64-0.62%.

El aguaymanto tiene su tiempo de vida útil corto en fruto fresco, es por ello que se recomienda un consumo en productos derivados como una bebida funcional.

La variable acidez, ésta fuertemente relacionada con las características propias de las frutas, por lo que el control de esta variable resulta importante en el agrado del consumidor; el valor de acidez obtenidos refleja que se encuentra dentro del parámetro establecido, es importante

V. CONCLUSIONES

- Se determinó las características fisicoquímicas del aguaymanto, esto es brix (15.3), pH (3.63), acidez (1.44%), humedad (83.5%), cenizas (0.1gr) y para el Camu Camu presentó brix (5.35), pH (2.71), acidez (2.62%), humedad (85.3%) y cenizas (0.3gr).
- La formulación óptima de la bebida funcional a base de Aguaymanto y Camu Camu, en condiciones experimentales, fue de en la proporción aguaymanto: camu camu (60%: 40%) y dilución 1:1 con 0.8% de stevia, 0,15% CMC, 0.04% sorbato de potasio y 0.1% de ácido cítrico.
- Se determinó el contenido de vitamina C por HPLC, donde se obtuvo mayor concentración de vitamina C en la proporción aguaymanto: camu camu (60%:40%) y dilución 1:2. el cual presentó un promedio 422.19 de mg vitamina C / 100 ml \pm 0.04.
- Los resultados fisicoquímicos de la bebida funcional óptima y de mayor aceptabilidad fueron: 1.039 g/cm³ de densidad, 1.45% de acidez, 3.3 de pH, 5.5 de °Brix, 472.95 Vitamina C/ 100 g y parámetros colorimétricos de a*=1.7, b*=32.03, L*=39.36.
- Se determinó el análisis de capacidad antioxidante para las Formulaciones realizadas en este experimento siendo la proporción aguaymanto: camu camu (60%: 40%) y dilución 1:1 la más óptima obteniendo una concentración de 25817.564 μ mol TE/100 gr de muestra.
- Los resultados microbiológicos indicaron estabilidad en los tratamientos de la bebida funcional a base de aguaymanto y camu camu usando como conservante sorbato de potasio (0.05%)

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ En los jugos y néctares de frutas uno de los intereses es conservar las características organolépticas por lo que se requiere un tiempo de cocción controlado, ya que una cocción inadecuada puede ocasionar efectos indeseables sobre el sabor, olor y otros factores de la calidad.

- ❖ Realizar el análisis cualitativo y cuantitativo de aminoácidos y el complejo vitamínico presentes en el producto terminado mediante un análisis cromatografico.

- ❖ Realizar el análisis de actividad antioxidante luego del tiempo de evaluación de vida útil de la bebida funcional.

- ❖ Realizar trabajos comparativos de elaboración de bebidas funcionales en diferentes tipos de envases para el mercado.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, C. (2011). *Perú: Muestras de uchuvas peruanas se enviarán a Rotterdam éste sábado*. Recuperado el 18 de Junio de 2016, de Perú: Muestras de uchuvas peruanas se enviarán a Rotterdam éste sábado.: www.freshplaza.es
- AOAC. (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (20 th ed., Vol. Vol 2).
- ARYA, S., & MAHAJAN, M. (1998). Photometric methods for the determination of vitamin C. *Analytical Sciences*, *14*, 889-894.
- Bakry, A., Ali, B., Majeed, H., Abouelwafa, M., & Mousa, A. (20116). Microencapsulation of oils: A comprehensive review of benefits, techniques., *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *15*(1),143-182.
- Blasa, M., Gennari, L., Angelino, D., Ninfali, P., Ronald Ross, W., & Victor, R. P. (2010). Chapter 3 - Fruit and Vegetable Antioxidants in Health. (S. Diego, Ed.) *In Bioactive Foods in Promoting*, pp. 37-58.
- Blog Spot de Agua Mineral. (2011). Obtenido de Agua Mineral de Manantial: <http://aguasanmateo.blogspot.pe/2011/01/agua-mineral-de-manantial.html>
- Bravo, K., & Osorio, E. (2016). Characterization of polyphenol oxidase from Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruit. *Food chemistry*, *197*, 185-190.
- Brody, A. (2003). Predicting Packaged Food Shelf Life. *Food Technology*, *Vol. 57*(100-102).
- Camargo Neves, L., Xavier Da Silva, V., Alve Pontis, J., Flash , A., & Ruffo Roberto, S. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in pre-harvest camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] fruits. *Scientia Horticulturae*, *223-229*.
- Carrillo , M., Hernandez, M., cARDON, Cardona, J., Barrera, J., Martinez, O., & Fernandez-Trujillo, J. (2011). . Prolonging postharvest quality of camu camu (*Myrciaria dubia*) as the first step in the commercial chain. *Acta Hort. ISHS*, *906*, 31-36.
- Castro, A., Rodriguez , L., & Vargas, E. (2008). Dry gooseberry (*Physalis peruviana* L) with pretreatment of osmotic dehydration. *Vitae - Revista de la Facultad de Quimica Farmaceutica* , *15*(2), 226 - 231.
- Cervantes-Elizarraras, A., Piloni-Martini, J., Ramirez, E., & Alanis-Garcia, E. (2017). Enzymatic inactivation and antioxidant properties of blackberry juice after

- thermoutrasound: Optimization using response surface methodology. *Ultrasonics Sonochemistry*, 3, 371–379.
- Charm, S. (2007). Food engineering applied to accommodate food regulations, quality and testing. *Alimentos Ciencia e Ingenieria*.
- Chemistry, A. (1975). Guide for use of terms in reporting data. 25-27.
- CODEX. (2005). NORMA GENERAL DEL CODEX PARA ZUMOS (JUGOS) Y NÉCTARES DE FRUTAS (CODEX STAN 247).
- Coronado, M., & Hilario, R. (2001). "Elaboracion del Nectar procesamiento de alimentos para Pequeñas y Micro Empresas Agroindustriales".
- Corporación Colombia Internacional (CCI) Universidad de los Andes, & D. (1994). *Análisis internacional del sector hortofrutícola para Colombia*. Colombia. Bogotá: El Diseño.
- De Souza Schmidt Goncalves , A., Lajolo , F., & Genovese, M. (2010). Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of Brazilian native fruits and commercial frozen pulps. *J Agric Food Chem*(58), 4666–4674.
- Do Nascimento Ferreira, S., & De Oliveira Gentil, D. (2003). Armazenamento de Sementes de camu camu (*Myrciaria dubai*) com diferentes graus de umidade e temperaturas. *Rev Bras.frutic.*, 25(3), 421-430.
- Duque C, A. L., Giraldo G. , G. A., & Cortés R., M. (2012). Desarrollo de una pulpa funcional adicionada de calcio, vitamina C y fibra dietaria. *Vitae*, 19(1), 180 - 182.
- Encina, C. (2006). *Influencia del descerado y composición del almíbar en la optimización del tratamiento térmico de la conserva de aguaymanto (Physalis peruviana L.) para la mayor retención de ácido ascórbico*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Erkaya, T., Dağdemir, E., & Şengül, M. (2012). Influence of Cope gooseberry (*Physalis peruviana L.*) adition on the chemical and sensory characteristics and mineral concentrations of ice cream. *Food Research International*, 45(1), 331-335.
- Fischer, G., Ebert, G., & Lüdders, P. (2000). *Provitamin A carotenoids, organic acids and ascorbic acid content of cape gooseberry (Physalis peruviana L) ecotypes grow at two tropical altitudes*. *Acta Horticulturae*.
- Gardana, C., Simonetti, P., Canzi, E., Zanchi, R., & Prietta , P. (2003). Metabolism of stevioside and rebaudioside A from *Stevia rebaudiana* extracts by human microflora. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 51: 6618 –6622.

- Geuns , J., Buyse, J., Vankeirsbilck , A., & Temme . (2007). Metabolism of stevioside by healthy subjects. *Exp. Biol. Med*, 232:164-173. .
- GIANNA, K. (2003). *Food Chemistry*, 33-41.
- Gilabert Santos, J. A., & Encinas , C. T. (2014). *De la Stevia al E-960: Un dulce camino. Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. España: Universidad Complutense de Madrid. Reduca (Recursos Educativos). Serie de Congresos Alumnos 6: 305-311.
- Grández Gil, G. (2008). *EVALUACIÓN SENSORIAL Y FÍSICOQUÍMICA DE NÉCTARES MIXTOS DE FRUTAS A DIFERENTES PROPORCIONES*. Piura: Universidad de Piura.
- Guevara Perez , A. (2015). *ELABORACIÓN DE PULPAS, ZUMOS, NÉCTARES, DESHIDRATADOS, OSMODESHIDRATADOS Y FRUTA CONFITADA*. Lima: UNIVERSIDAD NACIONALGRARIA LA MOLINA.
- Guevara, A. (2000). *Industrialización de la Carambola. Pulpa, Néctar, Mermelada y Fruta en almíbar*. . Lima - Perú: Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial.
- Guevara, A. (2002). *Sanidad e Higiene en Plantas Agroindustriales*. Lima-Peru: Universidad nacional Agraria La Molina.
- Gutiérrez, T., Hoyos , O., & Páez, M. (2007). Determinación del contenido de ácido ascórbico en uchuva (*Physalis peruviana L.*), por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). *Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 5(1), 70–79.
- Gutierrez, T., Hoyos, O., & Paez, M. (2007). *Determinación del contenido de ácido ascórbico en Uchuva (Physalis Peruaviana L.) por Cromatografía Líquida de Alta Resolución*.
- Hough, G., & Fiszman. , S. (2005). *Estimación de la Vida Útil Sensorial de los Alimentos. Programa CYTED*. España.
- Ibnu Hajar , E. W., Bin Sulaiman , A. Z., & Mimi Sakinah, A. M. (2014). Evaluación de la tolerancia a los metales pesados en hojas, tallos y flores de la Stevia Rebaudiana Planta. . *Procedia Ciencias Ambientales*, 20: 386-393.
- ICONTEC. (1999). *Frutas frescas. Uchuva. Especificaciones*. Bogota: Norma Técnica Colombiana NTC 4580. Instituto Colombiano de Normas Técnicas.
- Ilachica, H. (1996). *Frutales y Hortalizas promisorias de la Amazonía*. Lima. Tratado de cooperación amazónica- Secretaría PRO-TEMPORE.

- Iman, S., Bravo, L., Sotero, V., & Oliva, C. (2011). Contenido de vitamina C en frutos de camu camu *Myrciaria dubia* Mc Vaugh, en cuatro estados de maduración, procedentes de la Colección de Germoplasma del INIA Loreto, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 123-1320.
- Iman, S., Cardenas, H., & Zurita, M. (2011). Contenido de vitamina C en frutos de camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh, en cuatro estados de maduración, procedentes de la Colección de Germoplasma del INIA. *Scientia Agropecuaria*, 2, 123-130.
- Justi, K., Visentainer, L., De Souza, N., & Matsushita, M. (2000). Composición nutricional y la estabilidad de la vitamina C en la pulpa de camu-camu (*Myrciaria dubia*) de pulpa. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50(4): 405-408.
- Kerry Hughes, M. S. (2003). Potencial del Camu Camu y Sacha Inchi en el mercado estadounidense. *Potencial del Camu Camu y Sacha Inchi en el mercado estadounidense* (págs. 8-10). Lima: PNPB-PROMPEX. Obtenido de www.prompex.gob.pe
- Kim I, S., Yang Mira, L. O.-H., & Kang Suk, N. (2011). The antioxidant activity and the bioactive compound content of *Stevia rebaudiana* water extracts. *LWT - Food Science and Technology*, 44:1328-1332.
- Latham, M. (2002). *Vitaminas. Nutrición humana en el mundo en desarrollo* (Vol. vol. 29). Roma:FAO.
- Lazo, R. (1973). *“Elaboración de pulpas y néctares de durazno (*Prunus persica*)”*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. .
- Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., & Ah-Hen, K. (2012). *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132:1121-1132.
- LONG, G. y. (1983). *Analytical Chemistry*. 55.
- MAKYMAT. (2015). *Bebidas Funcionales*. Obtenido de www.makymat.com
- Man, D., & Jones, A. (2000). Shelf Life Evaluation of Foods. *Editorial Aspen Publication*.
- Marín A, Z. T., Cortéz R, M., & Montoya C, O. I. (2010). Frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) ecotipo ‘Colombia’ mínimamente procesados, adicionados con

- microorganismos probióticos utilizando la Ingeniería de Matrices.
Rev.Fac.Nal.Agr, 63(1), 5395-5407.
- Mariñas, M., Barrantes, L., & Perez, G. (2008). *Conservacion de pulpa de Camu Camu (Myrciaria dubia Mcvaugh), concentrado a vacio y tratado con ultrasonido; y estudio de sus componentes bioactivos*. Obtenido de <http://www.concytec.gob.pe>
- Márquez C, C., Trillos G, O., Cartagena V, J., & Cotes T, J. (2009). Evaluación físicoquímica y sensorial de frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Vitae*, 16(1), 42 - 48.
- Mendoza Ch, J. H., Rodríguez de S, A., & Millán, P. (2012). Caracterización físico química de la uchuva (*Physalis peruviana*) en la región de Silvia Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(2), 188 - 196.
- Method, A. O. (2012). Antioxidant Activity in Foods Beverages by Reaction with 2,2-Diphenyl 1-1 Picrylhydrazyl (DPPH). *Journal AOAC INTERNATIONAL*, 95(6).
- Naidu, K. (2003). Vitamin C in human health and disease is still a mystery . *Nutrition Journal*, 2(1), 1-10.
- Netzel, M.(2007). Native Australian fruits - a novel source of antioxidants for food. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8, 339 - 346.
- NRC, N. R. (1989). *Goldenberry (Cape Gooseberry). Lost crops of the incas: Little-known plants of the andes with promise for worldwide cultivation*. Washington D.C: National Academy Press.
- NTP. (2009). *NTP. 203.110.2009. NTPJugos, néctares y bebidas de frutas*.
- Núñez, E. B. (2011). *Stevia rebaudiana Bertoni, un sustituto del azúcar*. Area Ciencia de las Plantas y Recursos Naturales Maestria en Produccion Vegetal.
- Oliva, C., & Vilela De Resende, M. (2008). Mejoramiento genetico y taza de autofecundacion del camu camu arbustivo en la amazonia peruana. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP*, 30(2), 450-454.
- Ordóñez Santos, L. E., Ospina Portilla, M. A., & Rodríguez Rodríguez, D. X. (julio-diciembre de 2013). Cinética de degradación térmica de vitamina C en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Lasallista de Investoigacion*, 10(2), 44-51.
- Osorio, D., & Roldan, J. (2003). *Volvamos al campo: manual de la uchuva*. Bogotá: Grupo Latino LTDA.
- Pelayo, A. (11 de Abril de 2010). *Tratamientos Termicos*. Obtenido de <http://pasteurizacionyesterilizacion.blogspot.pe/2010/04/pasteurizacion-la-pasteurizacion-es-un.html>

- Pinedo, M., & et al, .. (2010). Camu Camu (*Myrciaria dubia* - Myrtaceae). Aportes para su aprovechamiento sostenible en la Amazonia Peruana. *IIAP IBN*.
- Pinedo, P. M., Riva, R., Rengifo, S. E., Delgado, V. C., Villacres, V. J., Gonzales, C. A., . . . Linares, B. C. (2001). *Sistema de Producción de Camu-camu en Restinga. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana*. . Iquitos, Perú.
- Puente, L. A., Pinto-Muñoz, C. A., & Castro E, S. (2011). *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit. *Food Research International*, 44 (7), 1733-1740. Recuperado el 17 de Junio de 2015
- Ramadan, M., & Morsel, J. (2003). Oil goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(4), 969 - 974.
- Rengifo, E. (2009). *Camu Camu - Myrciaria dubia (H.B.K) Mc Vaugh*. Lima, Perú: Perúbiodiverso.
- Renwick , A., & Tarka, S. (2008). Microbial hydrolysis of steviol glycosides. *Food and Chemical Toxicology*, 46 : 70–74.
- Repo de Carrasco, R., & Encina Zelada, C. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Rev. Soc. Quím. Perú*, 74(2), 108-124.
- Restrepo Duque, A. (2008). *Nuevas perspectivas de consumo de frutas: Uchuva (Physalis peruviana L.) y fresa (Fragaria vesca L.) mínimamente procesadas fortificadas con vitamina E*. Medellin: Universidad Nacional de Colombia.
- Restrepo Duque, A., Cortés R, M., & Suarez M, H. (2009). Evaluacion sensorial de fresa (*Fragaria vesca* L.) y uchuva (*Physalis peruviana* L.) fortificada con vitamina E. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 2267 - 2275.
- Reyes, M., Gomez-Sanchez, L., Espinoza, C., Bravo, F., & Ganoza, L. (2009). *Tablas peruanas de composición de alimentos. Instituto Nacional de Salud del Perú*.
Obtenido de
<http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>
- Rodrigues , R., Papagiannopoulos , M., Maia , J., Yuyama , K., & Marx, F. (2006). Antioxidant capacity of camu-camu [*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh] pulp. . *Ernahrung/Nutrition*, 357-362.
- Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T., & Valsikova, M. (2012). Bioactive content and antioxidant capacity of Cape gooseberry fruit. *Central European Journal of Biology*, 7(4), 672-679.

- Salvador Badui , D. (2006). *Química de los alimentos* (Cuarta edición ed.). Mexico: Editorial Pearson.
- Sandoval, L., Martínez, M., & Gonzales, Y. (2003). *El Camu Camu, fuente funcional*. Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey . (2011). *Agua mineral*. Obtenido de <https://www.sadm.gob.mx/PortalSadm/jsp/prensa.jsp?id=125>
- Shukla , S., Mehta , A., Mehta , P., & K. Bajpai , V. (2012). Antioxidant, anti-diabetic and renal protective properties of Stevia rebaudiana. . *Journal of Diabetes and Its Complications*, 27: 103-113.
- SIICEX. (2016). *Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior*. Obtenido de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproduc>
- Suárez, M. (2011). *Alimentación Funcional: Un mercado maduro, pero saludable* . Recuperado el 19 de Junio de 2016, de Alimentación Funcional: Un mercado maduro, pero saludable : www.SymphonyIRI.es
- SUNAT. (18 de junio de 1997-2016). Lima, Lima, Peru.
- TANIA M. GUTIÉRREZ, O. L. (2007). ASCORBIC ACID DETERMINATION IN GOOSEBERRY (*Physalis peruviana* L.), FOR HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY (HPLC). 5-25.
- Torres, V. (2010). *Determinación del potencial nutritivo y funcional de guayaba, cocona y camu camu*. Tesis. Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- USDA. (2013). *Natural Resources Conservation Service*. Recuperado el 16 de Junio de 2016, de <http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=PHPE4&displa>
- Valdenegro, M., Fuentes , L., Herrera, R., & Monya-León, M. (2012). Changes in antioxidant capacity during development and ripening of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruit and in response to 1-methylcyclopropene treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 67, 110-117.
- Valdenegro, M., Fuentes, L., Herrera, R., & Moya, L. (2012). Changes in antioxidant capacity during development and ripening of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) fruit and in response to 1-methylcyclopropene treatment. *Postharvest Biology and Technology*, 67(0), 110-117.
- Valencia G, F. E., Cortés R, M., & Román M, M. O. (2012). Cinética del color durante el almacenamiento de caramelos blandos de uchuva adicionados de calcio y sin sacarosa. *Revista Lasallista de Investigación.*, 9(2).

- Vásquez Parra, J. E., Ochoa Martínez, C. I., & Bustos Parra, M. (2013). Effect of chemical and physical pretreatments on the convective drying of cape gooseberry fruits (*Physalis peruviana*). *Journal of Food Engineering*.
- Velasco González, O. H., & Echevarria Almeida, S. (2011). *Edulcorantes utilizados en Alimentos*. Instituto Politecnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigacion para el Desarrollo Integral Regional.
- Vicente, A., Manganaris, G., Sozzi, G., Crisosto, C., Wojciech, J., & Robert, L. (2009). *Nutritional Quality of Fruits and Vegetables*. San Diego: Cornell University: In Postharvest Handling. 2.
- Yong-Heng , Y., Su-zhen , H., & Yu-lin , H. H. (2014). Base substitution mutations in uridinediphosphate-dependent glycosyltransferase 76G1 gene of *Stevia rebaudiana* causes the low levels of rebaudioside A Mutations in UGT76G1 A key gene of steviol glycosides synthesis. *Plant Physiol Biochem.*, 220-225.
- Yuyama, K., Aguilar, J. P., & Yuyama, L. K. (2002). Camu-camu: Um fruto fantástico YUYAMA, K.; AGUIAR, J.P. como fonte de vitamina C. *Acta Amazônica*, (págs. 32(1):169-174).
- Zamora S, J. D. (2007). Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. *Revista chilena de nutrición*(34), 17-26.
- Zanatta , C., Cuevas, E., Bobbio , F., Winterhalter, P., & Mercadante, A. (2005). Determination of anthocyanins from camucamu (*Myrciaria dubia*) by HPLC-PDA, HPLC-MS, and NMR. *Agric Food Chem*(53), 9531–9535.

VIII. ANEXOS

ANEXO 01: PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL



Figura 17: Recepción y pesado



Figura 18: Selección



Figura 19: Esterilización de envases de vidrio



Figura 20: Lavado y desinfección



Figura 21: Pulpeado y refinado de fruta



Figura 22: Estandarización



Figura 23: Homogenización



Figura 24: Pasteurización



Figura 25: Envasado



Figura 26: Producto terminado



Figura 27: Almacenamiento

ANEXO 02: RENDIMIENTOS DEL PROCESO

Tabla 24: Rendimiento del Aguaymanto

<i>AGUAYMANTO</i>	<i>Peso (g)</i>	<i>Rendimiento (%)</i>
Fruto	6890,85	100%
Merma	551,268	8,00%
Fruta seleccionada	6339,582	92,00%
Pulpa refinada	5642,223	81,88%
Cascara y semillas	537,354	7,80%
Perdidas en el equipo	160	2,32%

Tabla 25: Rendimiento del Camu Camu

<i>CAMU CAMU</i>	<i>Peso (g)</i>	<i>Rendimiento (%)</i>
Fruto	7899,51	100%
Merma	1184,926	15,00%
Fruta seleccionada	6714,583	85,00%
Pulpa refinada	5707,396	72,25%
Cascara y semillas	848,648	10,74%
Perdidas en el equipo	158,54	2,01%

ANEXO 03: CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA

A) HUMEDAD



Figura 28: Determinación Humedad de la materia prima

B) CENIZAS



Figura 29: Determinación de Cenizas

C) °BRIX

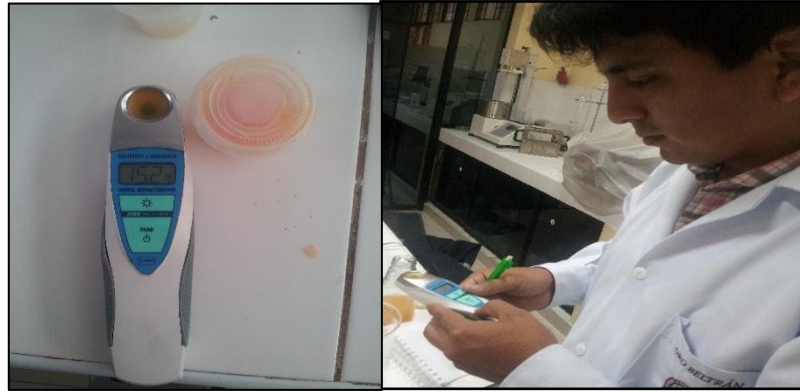


Figura 30: Determinación de °Brix

D) pH



Figura 31: Determinación pH de la materia Prima

E) ACIDEZ TITULABLE



Figura 32: Determinación de Acidez titulable

F) COLORIMETRIA



Figura 33: Colorimetría de la materia prima

ANEXO 04: DETERMINACIÓN DE VITAMINA C POR HPLC



Figura 34: Estándar de vitamina C



Figura 35: Preparación de las muestras



Figura 36: Lectura de resultados

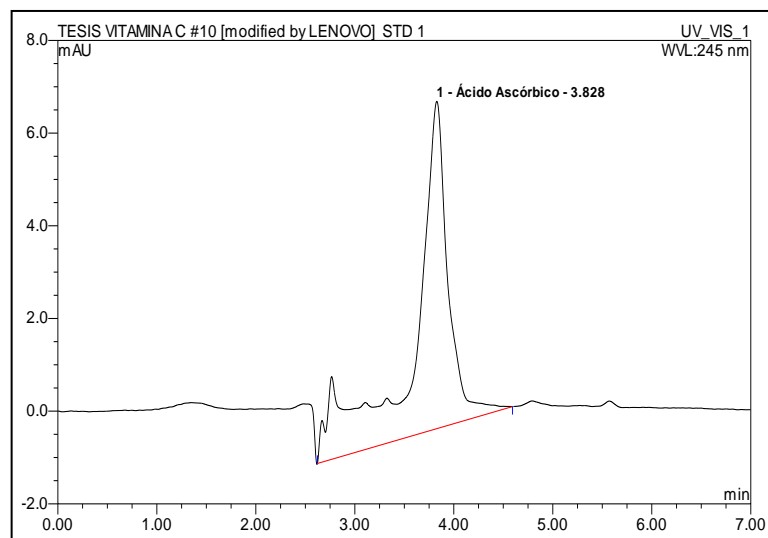


Figura 37: Cromatograma del ácido ascórbico (estándar) a 27.5ppm

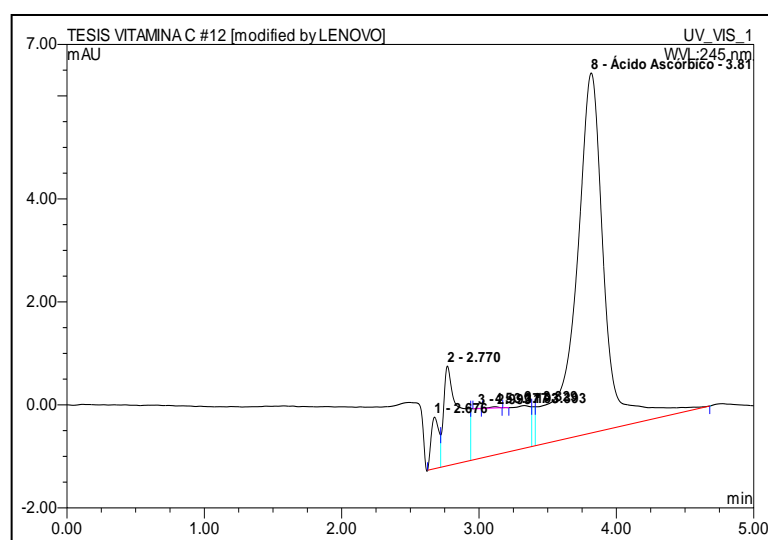


Figura 38: Cromatograma del ácido ascórbico (estándar) a 45.5ppm

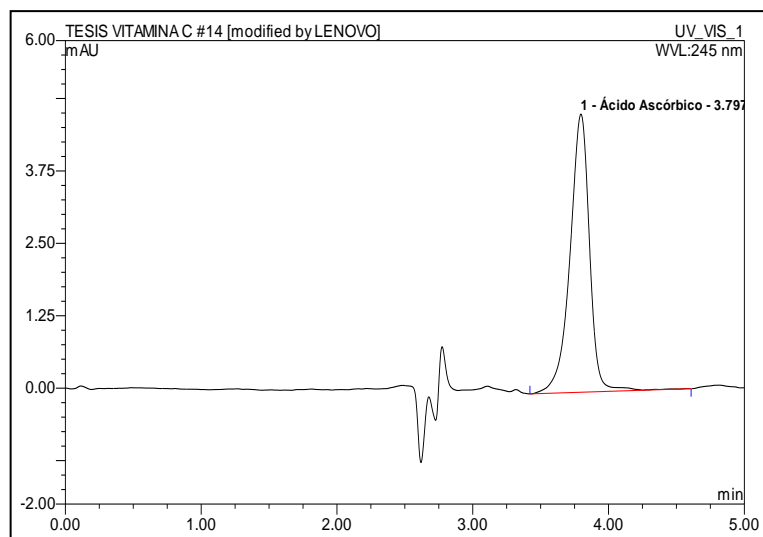


Figura 39: Cromatograma del ácido ascórbico (estándar) a 12.9ppm

Tabla 26: Concentraciones de vitamina C en el área de pico cromatográfico

Concentración	Area
g/l	μRIU*min
12.9	0.7989
27.5	1.7063
45.5	2.8217

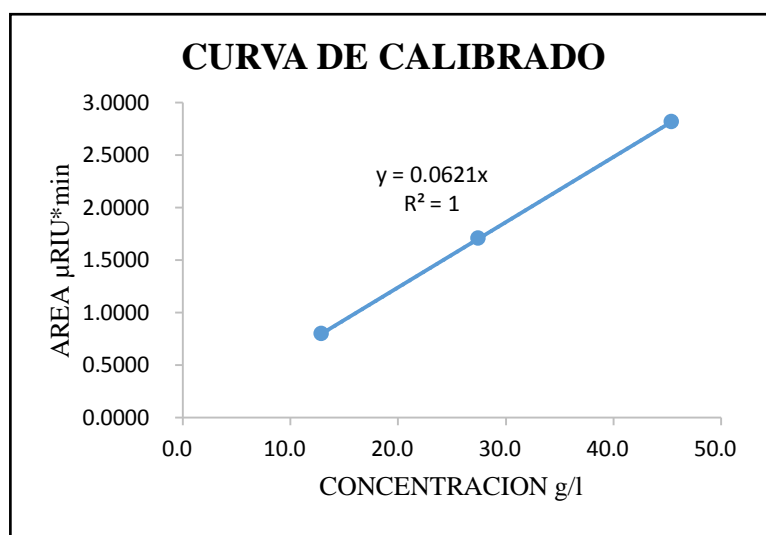


Figura 40: Curva de Calibrado para el estándar de vitamina C

ANEXO 05: DETERMINACION DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE



Figura 41: Reactivos Dpph y Trolox



Figura 42: Preparación del Dpph y el estándar Trolox



Figura 44: Preparación de muestras en estudio



Figura 43: Agitación en el shaker



Figura 45: Lectura de Absorbancias

ANEXO 06: CUANTIFICACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Cálculos

Tabla 27: Datos para la obtención de la curva de calibración de capacidad antioxidante.

Tubo	Concentración (Trolox)	Absorbancia (517 nm)
1	0.2	0.903
2	0.4	0.769
3	0.6	0.615
4	0.8	0.465

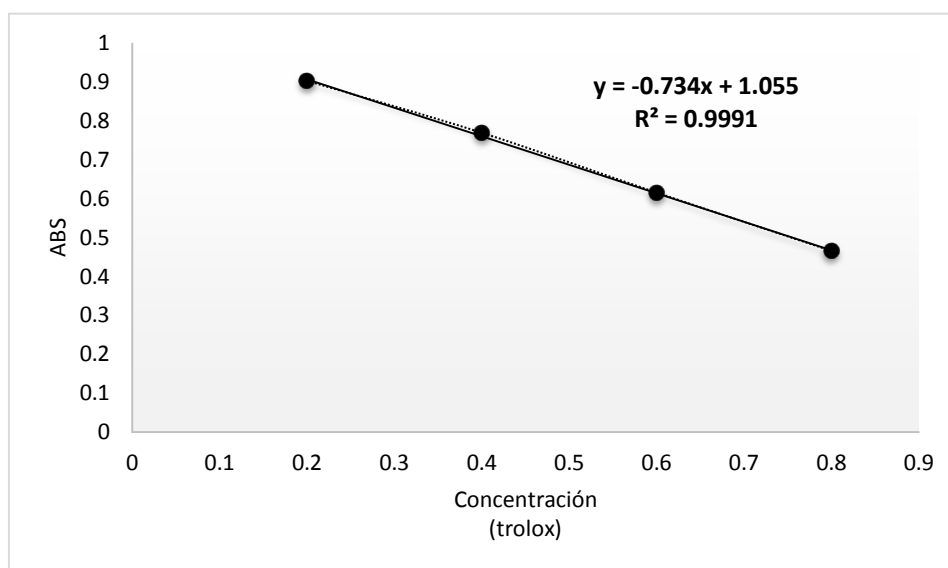


Figura 46: Pendiente del Trolox

Calcular la actividad antioxidante total, en $\mu\text{mol TE} / 100 \text{ g}$

$$\text{Actividad antioxidante total} = \frac{(\text{Factor trolox}) * (\text{ABS objetivo})}{(\text{Masa objetiva}) * |\text{Pendiente Trolox}|}$$

Donde TE= Trolox equivalente.

$$\begin{aligned} \text{Factor Trolox} &= \frac{(10^6 \mu\text{g}) * (\text{Pureza de Trolox})}{\text{g} * \text{mw de trolox}} * 100 \text{ de muestra} \\ &= 391546 \text{ mw de trolox} = 250.29 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

La pureza de Trolox para este estudio fue del 98%, según lo dispuesto por el certificado de análisis del fabricante de productos químicos.

Combinando ambas ecuaciones tenemos:

$$\text{Actividad antioxidante total} = \frac{(391.546) * (\text{ABS objetivo})}{(\text{Masa objetiva}) * |\text{Pendiente Trolox}|}$$

Datos para la obtención de la curva de calibración de capacidad antioxidante.

Tabla 28: Concentración y Absorbancia para la curva de calibración

Tubo	Concentración (Trolox)	Absorbancia (517nm)
1	0.2	0.903
2	0.4	0.769
3	0.6	0.615
4	0.8	0.465

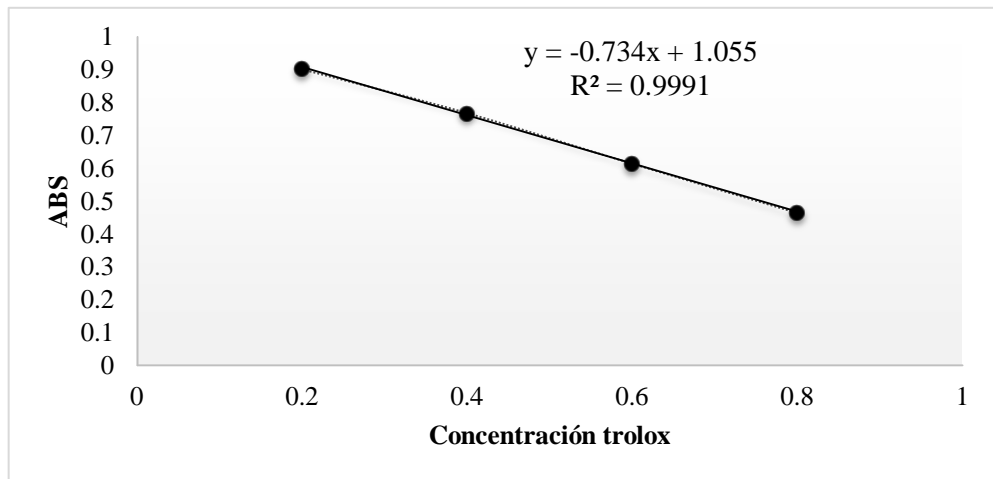


Figura 47: Curva de Calibración de capacidad antioxidante

El gráfico 11 muestra el valor del término independiente con el eje Y 1.055 (espacio blanco teórico) que supera el intervalo mencionado en teoría $<0.9-1>$, por lo tanto, se tiene que ajustar convenientemente los datos.

Tabla 29: Datos para la obtención de la curva de calibración de capacidad antioxidante (ajustado)

X	X	Y (ABS)
(concentración Trolox)	(concentración Trolox)	
0.2	0.2	0.152
0.4	0.4	0.286
0.6	0.6	0.44
0.8	0.8	0.59

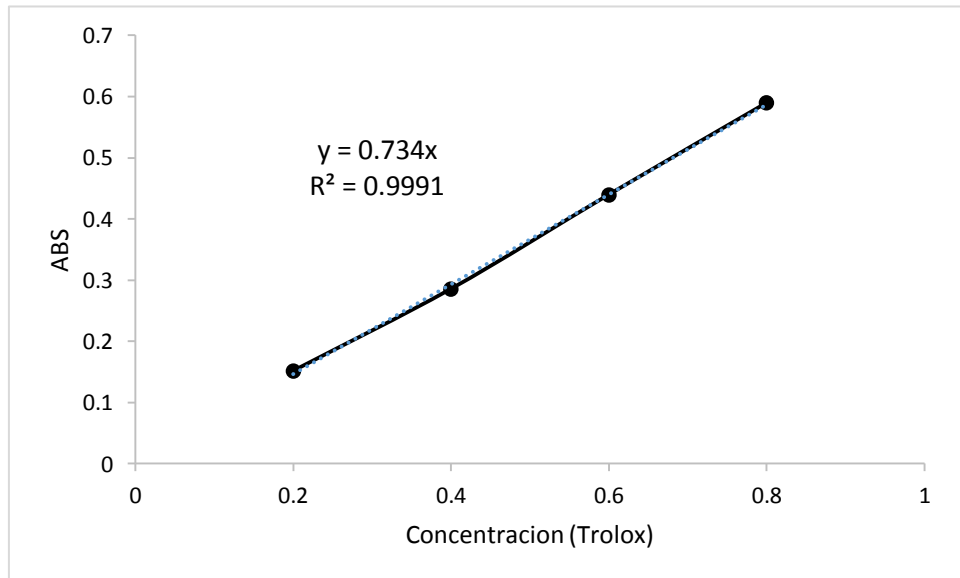


Figura 48: Curva de Calibración de capacidad antioxidante (ajustado).

Se visualiza que la pendiente es positiva como lo indica la teoría. Se aplica regresión a los datos (R^2 es ≥ 0.990). Para facilidad de los cálculos, es preferible que los datos sean lineales.

Tabla 30: Valores de Absorbancia por triplicado, dadas por el equipo, para cada Formulación y dilución de la bebida funcional.

FORMULACION	ABSORBANCIA (517nm)		
	1	2	3
F1D1	0.008	0.008	0.008
F1D2	0.028	0.027	0.028
F1D3	0.065	0.065	0.065
F2D1	0.033	0.033	0.033
F2D2	0.107	0.107	0.107
F2D3	0.196	0.196	0.196
F3D1	0.040	0.041	0.040
F3D2	0.316	0.317	0.317
F3D3	0.349	0.349	0.348

Tabla 31: Valores de la concentración (Trolox), a partir de la curva de calibrado corregido, para cada Formulación y dilución de la bebida funcional.

FORMULACION	ABSORBANCIA (517nm)			PROMEDIO (517nm)
	1	2	3	
F1D1	0.0109	0.0109	0.0109	0.0109
F1D2	0.0381	0.0368	0.0381	0.0377
F1D3	0.0886	0.0886	0.0886	0.0886
F2D1	0.0450	0.0450	0.0450	0.0450
F2D2	0.1458	0.1458	0.1458	0.1458
F2D3	0.2670	0.2670	0.2670	0.2670
F3D1	0.0545	0.0559	0.0545	0.0550
F3D2	0.4305	0.4319	0.4319	0.4314
F3D3	0.4755	0.4755	0.4741	0.4750

**ANEXO 07: FICHA DE EVALUACION SENSORIAL PARA LA BEBIDA
FUNCIONAL**

Nombres y Apellidos:.....

Evalúe las muestras de bebida en atributos, aceptabilidad general, intención de compra.

Empiece evaluando primero el color, luego el olor y por último el sabor.

A continuación se presenta la escala hedónica:

1	2	3	4	5
Me disgusta extremadamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta
6	7	8	9	
Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente	

Marque con un aspa (X) donde corresponde el número

I. EVALUACION DE ATRIBUTOS

Bebida Funcional: _____

Escala	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Atributo									
Color									
Olor									
Sabor									

Bebida Funcional: _____

Escala	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Atributo									
Color									
Olor									
Sabor									

Bebida Funcional: _____

Escala	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Atributo									
Color									
Olor									
Sabor									

II. APARIENCIA GENERAL

Escala	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Código									
Bebida funcional.....									
Bebida funcional.....									
Bebida funcional.....									

III. INTENCION DE COMPRA

En base a su opinión sobre estas muestras de BEBIDAS, indique en la escala de abajo su actitud si Ud. encuentra estas muestras en venta.

1	2	3	4	5
Con Certeza no lo compraría	Posiblemente no lo compraría	Tal vez Si/ No compraría	Posiblemente lo compraría	Con Certeza lo compraría

Marque con un aspa (X) donde corresponde el número

Escala Código	1	2	3	4	5
	Bebida funcional.....				
Bebida funcional.....					
Bebida funcional.....					



Figura 49: Determinación de análisis sensorial