

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA CON POTENCIAL
ANTIOXIDANTE A BASE DE GUANÁBANA (*Annona muricata*),
GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) Y CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*)**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

ROMINA ALEXANDRA SCHARFF SALINAS

HUACHO – PERÚ

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA CON POTENCIAL
ANTIOXIDANTE A BASE DE GUANÁBANA (*Annona muricata*),
GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) Y CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*)**

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador

Ing. Guillermo Napoleón Vásquez Clavo

Presidente

Ing. Jorge Danton Miranda Cabrera

Secretario

Ing. Sarela Carmela Alfaro Cruz

Vocal

Ing. Edwin Antonio Macavilca Ticlayauri

Asesor

**HUACHO – PERÚ
2021**

DEDICATORIA

A mi madre, por estar ahí en todo mi camino profesional, aconsejándome y apoyándome para poder cumplir mis objetivos.

A mi abuela Flor, mi persona favorita, quién es mi soporte para dar lo mejor de mí, quién confía y desea todo lo mejor para mí, quien me motiva para poder cumplir mis metas.

A mi hermana, quien me motiva y apoya, quien está siempre para mí.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Ing. Edwin Macavilca T., por aceptar ser mi asesor, por apoyarme y guiarme en este proceso de investigación.

Agradecer también al proyecto de Investigación Modalidad FOCAM de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, por su apoyo al permitir la ejecución de la presente investigación, gracias por brindarme el uso de sus ambientes, materiales, equipos y reactivos.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I:.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	2
1.1.1. Problema General	3
1.1.2. Problema Específico	3
1.2. Objetivos de la Investigación.....	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivo Específico	3
1.3. Justificación de la Investigación	3
1.4. Delimitación del Estudio	4
1.5. Viabilidad del Estudio	4
CAPITULO II:.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	5
2.1.1. Antecedentes Nacionales	5
2.1.2. Antecedentes Internacionales	6
2.2. Bases Teóricas	7
2.2.1. Bebidas	7
2.2.2. Las bebidas funcionales.....	8
2.2.3. Antioxidantes.....	8
2.2.4. Radicales Libres	8
2.2.5. Estrés Oxidativo	9
2.2.6. Fenoles Totales	10
2.2.7. Medida del potencial o capacidad antioxidante.....	10
2.2.8. Vitamina C (Ácido Ascórbico).....	11
2.2.9. Materias Primas	12
2.2.10. Tratamiento Térmico	17
2.3. Definiciones Conceptuales.....	17
2.4. Formulación de la Hipótesis	18
2.4.1. Hipótesis General	18
2.4.2. Hipótesis Específicos.....	18

CAPITULO III:	19
METODOLOGÍA.....	19
3.1. Diseño Metodológico.....	19
3.1.1. Tipo de Investigación	19
3.1.2. Nivel de Investigación	19
3.1.3. Diseño.....	19
3.1.4. Enfoque.....	20
3.2. Población y Muestra	20
3.2.1. Población	20
3.2.2. Muestra	20
3.3. Operacionalización de Variables e Indicadores	21
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	21
3.4.1. Técnicas a emplear	21
3.4.2. Descripción de los instrumentos.....	33
3.5. Técnicas para el procesamiento de la Información.....	34
CAPITULO IV:	35
RESULTADOS	35
4.1. Caracterización de materias primas	35
4.2. Caracterización de la bebida elaborada en cuanto a °Brix y pH.....	38
4.3. Evaluación sensorial de las bebidas elaboradas.....	39
4.4. Caracterización en cuanto a la evaluación funcional de la bebida.....	42
4.5. Optimización de la bebida	45
CAPITULO V:	48
DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
5.1. Discusiones	48
5.2. Conclusiones.....	49
5.3. Recomendaciones	50
CAPITULO VI:	51
REFERENCIAS	51
ANEXOS	72

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición química de la pulpa de guanábana	13
Tabla 2 Valor nutritivo del jugo de granadilla en 100 g. de porción comestible	15
Tabla 3 Composición Nutricional del Camu camu, en 100 gramos de porción comestible.	17
Tabla 4 Operacionalización de las variables e indicadores del estudio.....	21
Tabla 5 Delineamiento experimental central simple para la mezcla de tres componentes y varias respuestas	22
Tabla 6 Caracterización de las materias primas	35
Tabla 7 Caracterización de la bebida por cada tratamiento en cuanto a °Brix y pH.....	38
Tabla 8 Medidas de los atributos sensoriales por cada tratamiento	40
Tabla 9 Caracterización en cuanto a la evaluación funcional de la bebida	43
Tabla 10 Formulación de la bebida con máximas características funcionales	46
Tabla 11 Evaluación sensorial de la bebida optimizada.....	46
Tabla 12 Evaluación funcional de la bebida optimizada.....	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de las bebidas de acuerdo con su contenido o ausencia de alcohol	7
Figura 2. Gráfico del diseño metodológico de las evaluaciones a desarrollar	19
Figura 3. Distribución de los tratamientos en el diseño de mezcla	23
Figura 4. Flujo experimental para la obtención de pulpa de Guanábana	29
Figura 5. Flujo experimental para la obtención de pulpa de Granadilla.....	30
Figura 6. Flujo experimental para la obtención de pulpa de Camu Camu	31
Figura 7. Flujo experimental para la formulación de la bebida.....	32
Figura 8. Gráfico de barra del contenido de Polifenoles totales.	36
Figura 9. Gráfico de barra del contenido Vitamina C.	36
Figura 10. Gráfico de barra del contenido Capacidad antioxidante (Método ABTS+).	37
Figura 11. Gráfico de barra del contenido Capacidad antioxidante (Método DPPH – IC50).	37
Figura 12. Curvas de contorno y ecuación del modelo para el °Brix.....	38
Figura 13. Curvas de contorno y ecuación del modelo para el pH.....	39
Figura 14. Curvas de contorno y ecuación del modelo para en la evaluación sensorial del atributo de Color.....	40
Figura 15. Curvas de contorno y ecuación del modelo para en la evaluación sensorial del atributo de Sabor.....	41
Figura 16. Curvas de contorno y ecuación del modelo para en la evaluación sensorial del atributo de Acidez.....	41
Figura 17. Curvas de contorno y ecuación del modelo para en la evaluación sensorial del atributo de Aceptación.....	42
Figura 18. Gráfico de Concentración funcional de la bebida en cuanto a polifenoles Totales	43
Figura 19. Gráfico de Concentración funcional de la bebida en cuanto a capacidad antioxidante DPPH (IC50).....	44
Figura 20. Curvas de contorno y evaluación del modelo para Polifenoles Totales.....	44
Figura 21, Curvas de contorno y evaluación del modelo para capacidad Antioxidante-DPPH (IC50).	45
Figura 22. Curva de contorno de la bebida optimizada.....	47

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de evaluación sensorial	59
Anexo 2. Resultados de los panelistas en la Evaluación Sensorial de las bebidas.....	60
Anexo 3. Protocolo para la determinación de Polifenoles totales	61
Anexo 4. Protocolo para la determinación de la capacidad antioxidante por el método ABTS+.....	61
Anexo 5. Protocolo para la determinación de Capacidad Antioxidante - DPPH	62
Anexo 6. Protocolo para la determinación del contenido de vitamina C, por método de indofenol.....	64
Anexo 7. Curva de Calibración de Polifenoles Totales y ABTS+	65
Anexo 8. ANOVA del modelo lineal de las respuestas en el diseño de mezcla	65
Anexo 9. Resultado de la función deseabilidad para la bebida optima	70
Anexo 10. Prueba Tukey de Polifenoles vs. Tratamiento	71
Anexo 11. Prueba Tukey de Capacidad Antioxidante vs. Tratamiento.....	73
Anexo 12. Imágenes de elaboración de la bebida funcional	76

**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA CON POTENCIAL ANTIOXIDANTE A BASE
DE GUANÁBANA (*Annona muricata*), GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) Y
CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*)**

Romina Alexandra Scharff Salinas, Edwin Antonio Macavilca Ticlayauri

RESUMEN

Objetivo: Formular una bebida con alto potencial antioxidante y buena aceptabilidad a base de la mezcla de pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu. **Metodología:** Se realizaron los análisis empleando un diseño experimental de mezcla tipo simplex lattice, a partir de la metodología de superficie de respuesta (MSR), en el que se obtuvieron 5 tratamientos, los análisis realizados fueron: folin ciocalteu, DPPH, ABTS+, reacción colorimétrica, titulación volumétrica y grado de aceptabilidad. **Resultados:** La Guanábana obtuvo un °Brix (14.77), pH (4.55), vitamina C (12.66mg/100g), Polifenoles (55.84mgEAG/100g), capacidad antioxidante ABTS+(273.09umol ET/100g); capacidad antioxidante DPPH IC50 (0.13g/ml), La Granadilla dio como resultado un °Brix (13.73), pH (4.94), vitamina C (13.09mg/100g), Polifenoles (433.29mgEAG/100g), capacidad antioxidante ABTS+(121umol ET/100g); capacidad antioxidante DPPH IC50 (0.20g/ml); El Camu Camu obtuvo un °Brix (6.5), pH (3.08), vitamina C (21.46mg/g), Polifenoles (57.51mgEAG/g), capacidad antioxidante ABTS+(106.83umol ET/g); capacidad antioxidante DPPH IC50 (0.55g/l). Después, se desarrolló la optimización para obtener la mejor mezcla. El resultado como mejor mezcla la obtuvo el T1. (75%) guanábana, (20%) granadilla, (5%) camu camu. El puntaje promedio del consumidor con respecto al grado de aceptación fue de (7.26), en cuanto a la escala hedónica de 1 a 9. De igual manera, se evaluó la composición fisicoquímica de la bebida optimizada, obteniendo un pH (3.51), °Brix (7.2), Polifenoles (104.46 mgEAG/100ml), vitamina C (72.5 mg/100ml) y capacidad antioxidante ABTS+(609.46 umol ET/100ml); capacidad antioxidante DPPH ICI (2.89 uMol DPPH/ ml de bebida). **Conclusión:** Se formuló una bebida óptima, la cual obtuvo un alto potencial antioxidante y buena aceptabilidad.

Palabras Claves: Polifenoles, capacidad antioxidante, vitamina C

ELABORATION OF A DRINK WITH POTENTIAL ANTIOXIDANT BASED ON SOURSOP (*Annona muricata*), GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) AND CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*)

Romina Alexandra Scharff Salinas, Edwin Antonio Macavilca Ticlayauri

ABSTRACT

Objective: Formulate a drink with high antioxidant potential and good acceptability based on the mixture of soursop pulp, granadilla juice and camu camu juice. **Methology:** The analysis was carried out using the response surface methodology (MSR) using the experimental design of simplex lattice mixtures, in which 5 treatments were obtained, the analyzes performed were: Folin ciocalteu, DPPH, ABTS +, volumetric titration, colorimetric reaction and degree of acceptability. **Results:** were obtained: Soursop obtained a °Brix (14.77), pH (4.55), Vitamin C (12.66mg / 100g), Polyphenols (55.84mgEAG / 100g), ABTS + antioxidant capacity (273.09umol ET / 100g); DPPH IC50 antioxidant capacity (0.13g / ml), Granadilla resulted in °Brix (13.73), pH (4.94), vitamin C (13.09mg / 100g), Polyphenols (433.29mgEAG / 100g), ABTS + antioxidant capacity (121umol ET / 100g); DPPH IC50 antioxidant capacity (0.20g / ml); Camu Camu obtained a °Brix (6.5), pH (3.08), Vitamin C (21.46mg / g), Polyphenols (57.51mgEAG / g), ABTS + antioxidant capacity (106.83umol ET / g); antioxidant capacity DPPH IC50 (0.55g / l). Next, a beverage optimization was developed that would help us meet our best mix. The result as the best mix was obtained by T1. (75%) soursop, (20%) granadilla, (5%) camu camu. Whose acceptance by the consumer was an average score of (7.26), in terms of the hedonic scale from 1 to 9. Likewise, the physicochemical composition of the optimized beverage was evaluated, obtaining a pH (3.51), °Brix (7.2), Polyphenols (104.46 mgEAG / 100ml), vitamin C (72.5 mg / 100ml) and ABTS + antioxidant capacity (609.46umol ET / 100ml); DPPH ICI antioxidant capacity (2.89 uMol DPPH/ ml de bebida). **Conclusion:** An optimal drink was formulated, which obtained a high antioxidant potential and good acceptability.

Keywords: Polyphenols, Antioxidant Capacity, vitamin C

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la nueva tendencia es hacia la compra de alimentos más naturales, saludables y funcionales. La demanda está inclinada hacia aquellos alimentos que aporten algún tipo de beneficio en nutrición o salud. A pesar de esto, en gran parte del mundo no se consumen en cantidades suficientes, lo que promueve el desarrollo de nuevos productos a bases de frutas, que sean de fácil consumo, similares sensorialmente a productos frescos, con una vida útil prolongada y que garantice un aporte nutritivo que beneficien a la salud. Además, es una forma de aprovechar estos productos naturales ya que solo se pueden encontrar de acuerdo a su estación o en zonas lejanas.

Además de sus beneficios para la salud, las frutas constituyen importantes fuentes de ingresos en nuestro país, en donde encontramos una variedad de ellas, quienes no son aprovechadas en su totalidad. Este es el motivo por el que se busca llevar a cabo una bebida con frutas de nuestra localidad, con el fin de promover su producción e industrialización, aportando un producto con alto valor nutricional, que satisfaga las necesidades de un mercado cada vez más demandante.

El presente estudio busca el desarrollo de un nuevo producto que aproveche los recursos de la zona, como lo son la guanábana y la granadilla, acompañada de camu camu, fruto amazónico, que aporten un alto valor nutritivo. Es por ello, que la presente investigación se basará en encontrar la formulación óptima que nos aporte una bebida con alto valor nutritivo y buena aceptabilidad.

CAPITULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Actualmente, la población mundial esta inclinada hacia la compra de alimentos más naturales, saludables y funcionales. Las frutas tienen un rol muy importante en la dieta humana, una cantidad de estudios han demostrado que el consumir un alto porcentaje de frutas, logra una menor incidencia de padecer ciertas enfermedades, debido a su elevado contenido de micronutrientes como: vitaminas, minerales y antioxidantes, mismos que ayudan a neutralizar el efecto, que causa el estrés oxidativo. (García, 2007).

Además de sus beneficios para la salud, las frutas son tendencia en el comercio de todo el mundo, ya que forman parte de importantes fuentes de ingreso en muchos países, principalmente en los países que se encuentran en desarrollo. El Perú es un país rico en flora y fauna, tiene una gran variedad de frutas y muchas de estas no son aprovechadas en su totalidad, debido a que no se conoce sus propiedades y beneficios.

Por tal motivo es que se llevó a cabo esta investigación, para desarrollar una bebida que aporte un valor agregado con frutas que se encuentran en nuestra localidad (Región Lima) como lo son la granadilla y la guanábana, que aportan muchos nutrientes, la granadilla fruto que nos aporta fibra y la guanábana con carbohidratos, además de vitaminas y minerales, que acompañadas del camu camu; fruta sumamente rica en Vitamina C proveniente de la Amazonía peruana, logra convertirse en una bebida funcional que aporta en la salud de los consumidores y mejora las condiciones socioeconómicas de quienes lo cultivan al poder industrializarlas.

Es por esto que la investigación, se basara en evaluar el proceso de elaboración de una bebida optima, a base de las frutas mencionadas (Guanábana, Granadilla y Camu Camu) para realizar estudios con el fin de conocer las proporciones adecuadas de los jugos que se va a utilizar en la formulación y así presentar al mercado una bebida que cumpla con todas las exigencias y calidad requerida.

1.1.1. Problema General

¿Cuáles son las proporciones óptimas de pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu para obtener una bebida con alto potencial antioxidante?

1.1.2. Problema Específico

- a) ¿Cuál será el potencial antioxidante de pulpa de guanábana, jugo de granadilla, jugo de camu camu y de la bebida elaborada como producto terminado?
- b) ¿Cuál será el grado de aceptabilidad sensorial de la bebida elaborada a base de pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu por parte de los consumidores?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

Formular una bebida que tenga un alto potencial antioxidante y buena aceptabilidad a partir de la mezcla de pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu.

1.2.2. Objetivo Específico

- a) Determinar las proporciones óptimas de pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu para obtener una bebida con alto poder antioxidante.
- b) Determinar la actividad antioxidante de la bebida elaborada a base de pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu.
- c) Evaluar el grado de aceptabilidad sensorial de la bebida elaborada a base de pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu por parte de los consumidores.

1.3. Justificación de la Investigación

Esta investigación busca generar un valor agregado en el mercado, un producto que sea versátil, beneficioso y atractivo al cliente, dirigido a consumidores que se encuentren interesados en un estilo de vida natural y saludable. Asimismo, promueve nuevas alternativas que nos permiten reducir los riesgos generados por radicales libres producidos durante el estrés oxidativo gracias a sus propiedades ricas en antioxidantes.

Por otro lado, busca también promover el cultivo de las materias primas a utilizar, dándole mejores precios a los productores primarios, brindando nuevas oportunidades de consumo al mercado y promoviendo la industrialización de frutas que hasta el momento solo son consumidos en su estado nativo. Esto promoverá fuentes de empleo y competitividad en el rubro de alimentos y bebidas.

La siguiente investigación busca la formulación de una bebida con potencial antioxidante a base de Guanábana (*Annona muricata*), Granadilla (*Passiflora ligularis*) y Camu Camu (*Myrciaria dubia*) que contribuya a aumentar el desarrollo de nuestro país, a través de mejoras en el sector productivo y las condiciones sociales, económicas y sostenibles.

1.4. Delimitación del Estudio

La siguiente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Procesos e Ingeniería de Alimentos, de la Escuela de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la UNJFSC, donde se encuentra instalado el Proyecto de Investigación Modalidad FOCAM.

1.5. Viabilidad del Estudio

El presente estudio es factible, se cuenta con los medios para realizar la investigación. Las pruebas experimentales se desarrollaron en los laboratorios de Procesos e Ingeniería de Alimentos de la UNJFSC de los que se tuvo el apoyo sobre el uso de los ambientes, materiales, equipos y reactivos ya que éste estudio en su mayor parte se financió por la tesista y por el proyecto FOCAM. En cuanto a la materia prima, se compraron en el mercado de la localidad a precios accesibles.

CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Coronado, (2019), de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, en tu tesis “Elaboración de una Bebida con Extracto de Zanahoria (*Daucus Carota*) Combinado con Zumo de Mandarina (*Citrus Reticulata*) y Naranja Agria (*Citrus Aurantium*) y Evaluación de su Capacidad Antioxidante”, formuló una bebida a base de la mezcla de zumo de zanahoria, mandarina y naranja agria de buena aceptabilidad y con un alto potencial antioxidante, logrando determinar las proporciones óptimas de sus materias primas tanto en capacidad antioxidante como en aceptabilidad sensorial. Se realizó la optimización de la bebida que cumplió con su objetivo de mejor mezcla. Se obtuvo como mejor mezcla el tratamiento 5 (T5). Cuyas concentraciones fueron: (82.5%) mandarina, (9%) zanahoria, (8.5%) naranja agria. Que tuvo una aceptación de puntaje promedio de (6.15) a partir de una escalada hedónica de 1 a 9. Además, se evaluó la bebida optimizada analizando su composición química, donde se obtuvo un °Brix (11.77), pH (3.64), Polifenoles (39.67 mgEAG/100ml, carotenoides (56.25ug/100ml), vitamina C (17.38 mg/100ml) y capacidad antioxidante (434.95 ET/100ml).

Acosta et al., (2016) en su tesis “Evaluación composicional, capacidad antioxidante de pulpa y cáscara de la *Anona muricata* L. (Guanábana)”, Se determinó el contenido antioxidante y composicional en la pulpa y cáscara de la guanábana. Para esto se utilizó un diseño por conveniencia, y se realizaron los análisis proximales de energía, grasa, carbohidratos, proteínas, cenizas, humedad y vitamina C tanto en cáscara como en pulpa fresca. Se observó que los rangos tomados como referencia fueron superiores a los reportados en los resultados con respecto a las concentraciones de actividad antioxidante en la pulpa de guanábana, se encontró fenoles totales en cantidades representativas de 367.42 ± 4.120 mg EAG/100 g muestra original y las antocianinas se encontraron en pequeñas cantidades de 6.47 ± 2.41 mg de cianidina-3-glucosido/100 g de muestra original, en cuanto a taninos se

obtuvo 84.86 ± 0.119 mg catequinas/100g muestra original, y no se encontraron flavonoides.

Mariñas, (2011), en su tesis "Tratamiento ultrasónico de pulpa de camu camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh), y estudio de sus componentes bioactivos", tuvo como objeto de estudio a la pulpa de camu camu en almacenamiento y su efecto de ultrasonido sobre sus componentes bioactivos. La pulpa de camu camu madura mostró mayor contenido de polifenoles totales y ácido ascórbico con: 791,14 y 2151,11 mg x 100 g⁻¹ de pulpa fresca; Además, La pulpa madura de camu camu obtuvo un IC 50: 7,43 y 2,95 ug x mL⁻¹, DPPH y ABTS respectivamente, superando a los otros estados de madurez. En conclusión, se determinó que durante el almacenamiento disminuyó significativamente el contenido de componentes bioactivos y que la sonicación mejoró la disponibilidad de ácido ascórbico y polifenoles totales (2388,67 y 981,16 mg x 100⁻¹ g de pulpa), a intensidad de 40 kHz por 1 y 7 minutos de exposición.

Salas et al. (2009), en su investigación "Proceso para obtener bebida nutracéutica a partir de *myrciaria dubia* (camu camu), orientado a reducir efecto genotóxico en niños de edad escolar", plantea un proceso de elaboración de una bebida nutracéutica a partir de camu camu, que con sus altos contenido de vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales logren fortalecer el sistema inmunológico. Se logró cumplir con el objetivo de formular la bebida conservando sus propiedades nutricionales, el cual reportó 1334 mg de ácido ascórbico /100 ml y niveles de calcio 197,90 ppm: 47,27 ppm de magnesio; 1,24 ppm de Zn y de energía 66,38 calorías /100 ml.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Acosta et al., (2014), de la Universidad Técnica del Norte, Ecuador, en su tesis "Elaboración de la bebida funcional a base de cebada (*Hordeum vulgare*) y chocolate en polvo (*Theobroma cacao* L.), edulcorada con stevia en polvo (*Stevia rebaudiana* Bertoni)", plantearon determinar la mejor mezcla de cebada cruda y tostada, saborizante y edulcorante con un mayor contenido nutricional. Además, se evaluó sus características organolépticas, las cuales fueron: color, olor, sabor y aceptación global. Las variables que se tomaron en cuenta fueron: Concentración de

sólidos totales, densidad, fibra total, turbidez, proteína y vitamina C. En conclusión, el mejor tratamiento fue: T12, cuya mezcla fue de una mezcla de 40% de cebada cruda - 60% de cebada tostada, 35% de chocolate en polvo y 0.8% de stevia.

Britos et al. (2008), en su boletín “Granadilla (*Passiflora ligularis* L.). Características físicas y nutricionales de la fruta importantes en la investigación y elaboración de pulpas, jugos, concentrados y postres”, realizó el análisis nutricional del ecotipo colombiana y el ecotipo Nacional, dando los siguientes valores en: pH 4,33 y 3,97; Vitamina C (mg/100 g): 22,09 y 14,53; Sólidos solubles (oBrix): 15,8 y 10,4; Polifenoles totales (mg/g): 0,3 y 0,17; Carotenoides totales (ug/g): 38,94 y 36,68; Actividad antioxidante (umol equivalente Trolox/g): 3 y 2.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Bebidas

Según FAO, (2010), Las Bebidas son una rama importante en la industria de los alimentos debido a su alto consumo, y estas se catalogan conforme a su ausencia o contenido de alcohol.

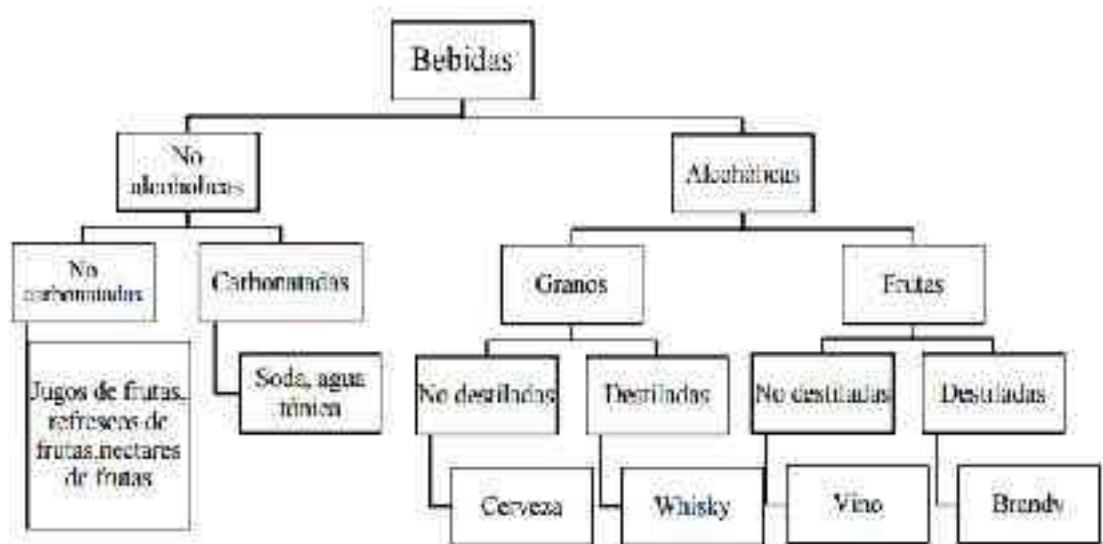


Figura 1. Clasificación de las bebidas de acuerdo con su contenido o ausencia de alcohol

Nota: (FAO, 2010)

Wilson et al., (2004), Nos dice que una bebida no alcohólica, es una bebida no fermentada, que puede ser carbonatada o no carbonatada y se elabora con agua e ingredientes característicos autorizados.

Debido a la inclinación creciente por la atención y cuidado de la salud que tienen los consumidores, la venta de las bebidas no alcohólicas se encuentra en constante crecimiento. (Berto, 2003)

2.2.2. Las bebidas funcionales

Altamirano, (2013) Menciona que “Las bebidas Funcionales contribuyen a la disminución de deshidratación y otras situaciones fisiológicas”. También suelen definirlas como “Alimentos listos para consumirse que ofrecen beneficios para la salud aminorando los riesgos de contraer enfermedades”. (Martínez-Carrera et al., 2010)

Andreyeva et al., (2011), nos dicen que “Uno de los principales problemas de salud en el Perú y el mundo es el incremento del índice de obesidad, y el excesivo consumo de refrescos lo favorece”. Es por esto que la adición de ingredientes funcionales en las bebidas satisface las necesidades de la salud de una manera accesible debido a sus bajos costos. (Yu et al., 2013)

2.2.3. Antioxidantes

Halliwel, (1995), nos menciona que un antioxidante es capaz de prevenir o retrasar una acción antioxidante, a pesar de tener una baja concentración en comparación con el sustrato.

Muchos antioxidantes ingresan al organismo a través de lo que ingerimos, por lo que se aconseja la ingesta de frutas y vegetales que tengan altos contenidos de vitaminas, antioxidantes y compuestos fenólicos, que ayuden a reducir la formación o eliminar los radicales libres una vez que se originan. (Young et al., 2001). Entre estos compuestos podemos encontrar al ácido gálico, taninos, flavonoides, Vitamina E, Carotenoides, etc. (Altamirano, 2013).

2.2.4. Radicales Libres

En los organismos vivos, la presencia de radicales libres pueden ser peligrosas en altas concentraciones, puesto que tienen la capacidad de perjudicar a los orgánulos

celulares (Somogyi et al., 2007). Además, es bastante reactiva, ya que forma otros radicales libres en cadena (Núñez, 2011), y tienen una vida promedio de microsegundos, en la que se da una rápida propagación con moléculas cercanas, que terminan causando un daño potencial mucho mayor. Es así que, durante la reacción en cadena, un radical libre puede afectar hasta 1 millón de moléculas (Zamora, 2007). Estos compuestos forman parte de las especies reactivas del oxígeno (ERO) o ROS (Reactive Oxygen Species) (Núñez, 2011).

Los radicales libres pueden ser liberados durante el metabolismo humano o producirse a partir de contaminantes ambientales; estos pueden ser de tipo atmosféricos, acuáticos o de suelos, también se pueden producir por radiaciones como la ultravioleta, gamma o hertziana. Por otra parte, es relacionado a una mala alimentación, al consumo de tabaco, alcohol y drogas, o por la exposición a pesticidas y fertilizantes. (Llancari et al., 2011).

De igual manera se tiene que tener en cuenta que hay alimentos que pueden contener metales de transición, peróxidos o encontrarse oxidados. Es por esta razón que la nutrición es una de las principales fuentes exógenas que se pueden encontrar. (Knasmüller et al., 2008).

2.2.5. Estrés Oxidativo

Según Reyes et al., (2011), El estrés oxidativo se encuentra relacionado a la acción de un radical libre que daña a las células. Por esta razón es que se produce un equilibrio entre mecanismos antioxidantes que se encuentren en condiciones normales y la producción de radicales libre o especies reactivas. Los mecanismos antioxidantes pueden ser exógeno o endógenos. Para que la oxidación sea menor y tenga menos daño celular existe un equilibrio. Es así que cuando el equilibrio se rompe, esto se asocia a una proliferación de los radicales libres o a un déficit en el sistema antioxidante. (Quintanar et al., 2009), como el desequilibrio entre antioxidantes y pro oxidantes (Sies, 1997).

Para Gülçin, (2012), el estrés oxidativo se da a causa de la pérdida de equilibrio producido por la proliferación de especies reactivas y la capacidad de sistema biológico para desintoxicar y reparar el daño celular. Cuando se reduce la concentración de antioxidantes es que se genera el desequilibrio. (Somogyi et al., 2007), También puede ser causado por alteraciones en la producción de especies

reactivas de oxígeno dadas por factores ambientales o fuentes endógenas (Brenneisen et al., 2005).

2.2.6. Fenoles Totales

El reactivo de Folin-Ciocalteu (RF-C) está conformado por una mezcla de dos reactivos, los cuales son: el ácido fosfotúngstico ($H_3PW_{12}O_{40}$) y el ácido fosfomolibdico ($H_3PMo_{12}O_{40}$), el cual, se reduce a óxidos azules de tungsteno (W_8O_{23}) y molibdeno (Mo_8O_{23}), respectivamente mediante la oxidación de los fenoles (Galili et al., 2014). Bajo condiciones alcalinas el RF-C reacciona con los compuestos fenólicos. Es así que el ión fenolato se forma a partir de la disociación del protón fenólico, que es el que reduce el RF-C, el cual apoya la idea de la transferencia de electrones (Huang et al., 2005). Los compuestos resultantes de coloración azul tienen un máximo de absorbancia en 760 nm, (Galili et al., 2014).

2.2.7. Medida del potencial o capacidad antioxidante

Pérez et al., (2007), mencionan que la capacidad antioxidante es considerada como un factor muy importante tanto en la determinación de variaciones en procesos de post-cosecha como en el análisis nutricional de frutas y verduras. Se sabe que las interacciones sinérgicas de diferentes compuestos antioxidantes y su modo de acción determinan la capacidad total de una muestra. He ahí la importancia de recurrir a procedimientos adecuados para la determinación de su potencial antioxidante, así como de su extracción. En cuanto a la determinación de la capacidad antioxidantes, los métodos más empleados son el ABTS+, DPPH y ORAC, que se basan en la capacidad de captación de distintos radicales libre y el FRAP, que se basa en la capacidad de reducción férrica.

2.2.7.1. FRAP (Poder Antioxidante Reductor del Hierro).

Se fundamenta en la capacidad de los compuestos fenólicos para formar un complejo con tripidil triazina (TPTZ) de color azul, a partir de la reducción de las moléculas de Fe III a Fe II, que es monitoreado a una absorbancia de 593 nm (Benzie et al., 1996).

2.2.7.2. ABTS (ácido 2,2- azinobis-3-etil benzotiazolina-6-sulfónico).

Este método se fundamenta en la capacidad de un antioxidante para estabilizar el radical catión coloreado $ABTS^{\bullet+}$, radical que se forma porque la

metamioglobina y el peróxido de hidrógeno producen la oxidación del ABTS. Los resultados se expresan como equivalentes de Trolox o TEAC. (Miller , 1993).

2.2.7.3. DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracil).

Se basa en la reducción del radical DPPH, donde a una longitud de onda particular se controla la disminución en la absorbancia. En su forma libre, el radical DPPH se absorbe a 515 nm y esta absorción desaparece cuando sufre una reducción provocada por un antioxidante. Efectivamente, la desaparición del radical DPPH es la que proporciona el índice para la estimación de capacidad del compuesto a prueba para captar radicales. (Brand-Williams et al., 1995).

2.2.7.4. ORAC (Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno).

Se fundamenta en la medición de la fluorescencia de una molécula que es sometida a la acción de un productor de radicales libres. A medida que los radicales van atacando y dañando la molécula fluorescente esta va perdiendo su fluorescencia. El trabajo de los antioxidantes es la de brindar protección a la molécula, es así que mientras más capacidad antioxidante tenga la muestra prueba, más se mantendrá la capacidad de la molécula de emitir luz. (Prior et al., 2005).

2.2.8. Vitamina C (Ácido Ascórbico).

Los humanos no somos capaces de sintetizarlo así que necesitamos incluirlo en la dieta, ya que también actúa como un cofactor en la actividad enzimática. Los radicales peróxido inducen al daño peroxidativo en el plasma, siendo la vitamina C el único antioxidante endógeno capaz de protegerlo. Por otra parte, La vitamina C actúa en conjunto con la vitamina E u otros antioxidantes primarios, además de una combinación con enzimas antioxidantes. La vitamina E apoya a la vitamina C a regenerar el α -tocoferol desde el radical α -tocoferilo en membranas y lipoproteínas. (Griffiths et al., 2001).

2.2.9. Materias Primas

2.2.9.1. Guanábana (*Annona muricata* L).

La *Annona muricata* L., comúnmente conocido como guanábana, graviola, guanabana, paw-pata y sirsak, es un miembro de la familia Annonaceae, el cual comprende 130 géneros y 2300 especies aproximadamente (Mishra et al., 2013) (Leboeuf et al., 1980).

La Guanábana es nativo de las áreas tropicales más cálidas de América del Sur y del Norte y ahora es ampliamente distribuida en las partes tropicales y subtropicales del mundo, incluida la India, Malasia y Nigeria (Adewole et al., 2006).

Características del fruto

La guanábana, es un árbol pequeño que va desde 3 a 8 metros de altura (Bailey, 1928) (De Souza et al., 2009). Las ramas son de color café rojizo y tienen una forma redondeadas. Las hojas son de un color verde oscuro brillante, biseriadas, de peciolo cortos, largas, redondeadas y enteras (Bailey, 1928) (De Souza et al., 2009). Las flores tienen un olor fuerte y contienen seis pétalos se encuentran en dos hileras (Bailey, 1928).

Los frutos son carnosos, su cáscara es de un color verde, tienen una forma ovoide, de 8 a 10 cm de ancho y 15 a 20 cm de largo y tienen unas espinas largas dobladas hacia abajo. Los frutos llegan a alcanzar un peso de 4 Kg a más. La pulpa es carnosa, de color blanca, y un sabor poco ácido, las semillas que se encuentra dentro de la pulpa son numerosas, siendo de color negro, de forma ovoide, y miden aproximadamente de 1 cm de ancho y 1.5 cm de largo (Avilan et al., 1992).

Avilan et. al., (1992), nos mencionan que, para el cultivo de la guanábana, su temperatura óptima está comprendida entre los 25°C a 28°C, es un fruto que precisa de un período seco cuando se encuentra en su etapa de floración, por lo que soporta muy bien la sequía. Es bastante susceptible al frío, pero se desarrolla tierras tropicales que se encuentren por debajo de los 1000 msnm.

Composición de la guanábana

Arango, (1975), menciona que la pulpa de la guanábana contiene 16,30 g de carbohidratos, así como macronutrientes tales como proteína y grasa. Asimismo, contiene vitaminas como A, B, C y niacina y minerales como hierro, sodio, fósforo.

A continuación, en la Tabla 1 se presenta la composición química de la pulpa de guanábana:

Tabla 1
Composición química de la pulpa de guanábana.

Composición	Contenido
Agua	82,2 g
Proteínas	0,9 g
Lípidos	0,7 g
Carbohidratos	16,30 g
Calcio	2,2 mg
Fósforo	2,8 mg
Hierro	0,6 mg
Sodio	18 mg
Vitamina A	20 mg
Vitamina B	0,07 mg
Vitamina C	206 mg
Niacina	0,9 mg

Nota: Arango, (1975)

La guanábana se consume para dar sabor a helados, yogurt y pastas, además de hacer bebidas refrescantes. Con su pulpa se suelen hacer conservas y jaleas. (Avilan et. al., 1992).

2.2.9.2. *Granadilla (Passiflora ligularis)*.

Según Cerdas et al., (2003), la Granadilla se origina en América Tropical, por lo que se encuentra en forma silvestre de Perú a Bolivia y desde México hasta Venezuela.

Cerdas et al., (2003), nos mencionan que la granadilla pertenece a la familia passifloracea, esta familia tiene una gran variedad de formas de flores y hojas hermosa y se caracteriza por esto, así como de su tamaño, forma y aroma que producen.

Características del fruto

Cerdas et al., (2003), nos dicen que la granadilla es una planta perenne, de un tamaño de 10 a 13 cm de ancho y de 10 a 25 cm de largo. Es de hábito trepador y de rápido crecimiento. Sus hojas son de verde intenso y de forma acorazonada.

A continuación, se detallan las características de las flores:

Tienen un color violeta,

Se encuentran en pares,

Tienen un diámetro de 7 a 10 cm,

El pedúnculo mide 4 cm,

Composición de la granadilla

Según Cerdas et al., (2003), el valor nutritivo del jugo de granadilla en 100 gramos de porción comestible se da en la tabla 2.

Tabla 2
Valor nutritivo del jugo de granadilla en 100 g. de porción comestible

Composición	Contenido
Energía (g)	94,0
Proteínas (g)	2,4
Grasa (g)	2,8
Fibra dietética (g)	10,9
Magnesio (mg)	29,0
Sodio (mg)	28,0
Potasio (mg)	348,0
Vitamina B6	0,06
Vitamina C (mg)	20,0
Ácido fólico (mg)	20,0
Carbohidratos (total)	17,3
Cenizas (g)	1,2
Calcio (mg)	10,0
Fósforo (mg)	64,0
Hierro (mg)	0,9
Niacina (mg)	1,6

Nota: Cerdas y Castro, (2003)

2.2.9.3. *Camu camu (Myrciaria dubia).*

Villachica et al., (1996), mencionan que en la Amazonía peruana es donde se encuentra la mayor concentración de poblaciones y diversidad, en cuanto a su distribución natural. El camu camu se desarrolla en las orillas de los ríos, lagunas y cursos menores de manera natural. Se encuentran en los sectores ubicados entre las localidades de Pucallpa (Rio Ucayali) y Genaro Herrera, Provincia de Requena, Rio Napo, Pevas (Rio Amazonas). A Lo largo de sus ríos y afluentes.

Entre el 60% y 80% de todas las especies, el camu camu se encuentra en 8 o 10 países de la mega diversidad, siendo privilegiados 4 países amazónicos, los cuales son: Brasil, Colombia, Perú y Ecuador (Flores, 1997). El camu camu es de gran importancia pues es considerado como un alimento funcional gracias a su alto contenido de vitamina C. (Alves et al., 2002).

Características del fruto

El Camu Camu puede llegar a medir hasta 3 m de altura, sus ramitas son lisas, las hojas son puntiagudas y de forma elípticas; las flores son lisas; de pétalos blancos. Es un fruto de 2-3 cm de diámetro, cuando están maduros son de color rojo o rojo oscuro. Sus frutos son comestibles (Vásquez, 1997).

La raíz es profunda, formada por una raíz principal que alcanza los 0.50 m. de longitud, las raíces secundarias tienden a expandirse horizontalmente. Su raíz está adaptada para soportar humedad excesiva (Osorio et al., 2001).

Osorio et al., (2001), mencionan que “El tallo es tubular, liso, de color marrón claro o rojizo. Su madera es moderadamente dura”.

Las hojas son simples, tienen una forma lanceolada y ovoide de 1.5 – 4,5 cm de ancho y 3-12 cm. De largo, de pico acuminado, borde entero, el nervio central es aplanado en el haz y poco destacado por el reverso, el número de hojas se incrementa rápidamente en los primeros años (Osorio et al., 2001).

Las flores presentan inflorescencia axilar en ramas adultas y en el tronco principalmente, con flores agrupadas en el número de 1-12. De los dos sexos (Osorio et al., 2001).

Composición del camu camu

La gran importancia del camu camu se debe a su elevada fuente de vitamina C. Este fruto es conocido a nivel mundial como fuente natural de ácido ascórbico. Sin embargo, se sabe que la concentración y estabilidad de esta, varía con la especie, estado de maduración, tiempo y temperatura de procesamiento, pH y presencia de oxígeno y enzimas (Maeda et al., 2007). En la Tabla 3 se detalla su composición nutricional.

Tabla 3
Composición Nutricional del Camu camu, en 100 gramos de porción comestible.

Componentes (g/100 g.p. comestible)	Camu camu
Energía (Kcal)	19.86
Humedad (g)	94.51
Proteínas Totales (g)	0.55
Grasas Totales (g)	0.06
Carbohidratos Totales (g)	4.28
Cenizas (g)	0.06
Materia seca (g)	5.49
Vitamina C (mg/100 g.p.c)	1138

Nota: N.T.P. 0085/2011, (2011)

2.2.10. Tratamiento Térmico

Uno de los métodos de conservación más utilizados en la Industria Alimentaria es el tratamiento térmico, puesto que ayudan en la estabilización de los productos y tienen la capacidad de destruir microorganismos e inactivar enzimas (Cruz et al, 2007). La pasteurización; es uno de los más utilizados dentro del tratamiento térmico, su propósito es eliminar de manera parcial la flora banal y de manera total la flora patógena, también se encargan de inactivar enzimas perjudiciales. Fellows (2000), menciona que la pasteurización es un tratamiento térmico relativamente suave, puesto que se dan a temperaturas menores a 100°C y es utilizado para extender la vida útil de alimentos.

2.3. Definiciones Conceptuales

- **Zumo (jugo) de fruta:** Es una sustancia líquido no fermentado; pero susceptible al proceso; obtenido de procedimientos tecnológicos, que aplicando buenas prácticas de fabricación son obtenidas de la parte comestible de frutas seleccionadas que se encuentren en buen estado ya sea que estén frescas o sean frutos conservados por medios físicos. (Codex Stan 247-2005, 2005)
- **Pulpa de fruta:** Según el Codex Stan 247-2005, (2005), Es el producto carnoso y comestible de la fruta no fermentada, pero susceptible al proceso. Es obtenido de procesos tecnológicos adecuados que aplicando buenas prácticas de fabricación son

obtenidas de la parte comestible de frutas seleccionadas que se encuentren en buen estado ya sea que estén frescas o sean frutos conservados por medios físicos.

- **Antioxidantes:** Son compuestos que ayudan a prevenir la oxidación de las células, a causa de la acción de los radicales libres. Entre los antioxidantes más conocidos podemos encontrar a los compuestos fenólicos, vitamina C, antocianinas, etc.
- **Capacidad Antioxidante:** Es la actividad biológica que se encarga de inhibir la degradación oxidativa, se encarga de reaccionar con los radicales y de reparar los daños que producen en las células.

2.4. Formulación de la Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Mediante el mezclado óptimo de la pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu se podrá elaborar una bebida con alto poder antioxidante y de una buena calidad sensorial.

2.4.2. Hipótesis Específicos

- a) Mediante las proporciones de la pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu será posible obtener una bebida con alto poder antioxidante.
- b) La capacidad antioxidante de la bebida a base de la pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu, es determinante y estará en función a las propiedades de las materias primas a utilizar.
- c) La bebida elaborada con la pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu tendrán un grado significativo de aceptabilidad sensorial.

CAPITULO III:

METODOLOGÍA

3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Tipo de Investigación

El trabajo de investigación es experimental prospectivo, ya que se manejan variables, se realiza la parte experimental y se analizan los resultados. Es prospectivo por que se realiza con la finalidad de conocer la bebida óptima entre los tratamientos.

3.1.2. Nivel de Investigación

En el presente trabajo el nivel de investigación fue descriptivo. Se analizó, calculó, cuantificó y explicó el resultado final corroborando todos los componentes de la bebida.

3.1.3. Diseño

Debido a la posibilidad del manejo de las variables independientes, la investigación responde al diseño Experimental y prospectivo. Ya que permite recoger la información necesaria de las variables estudiadas.

En la Figura 2 se observa el diseño metodológico de las evaluaciones experimentales.

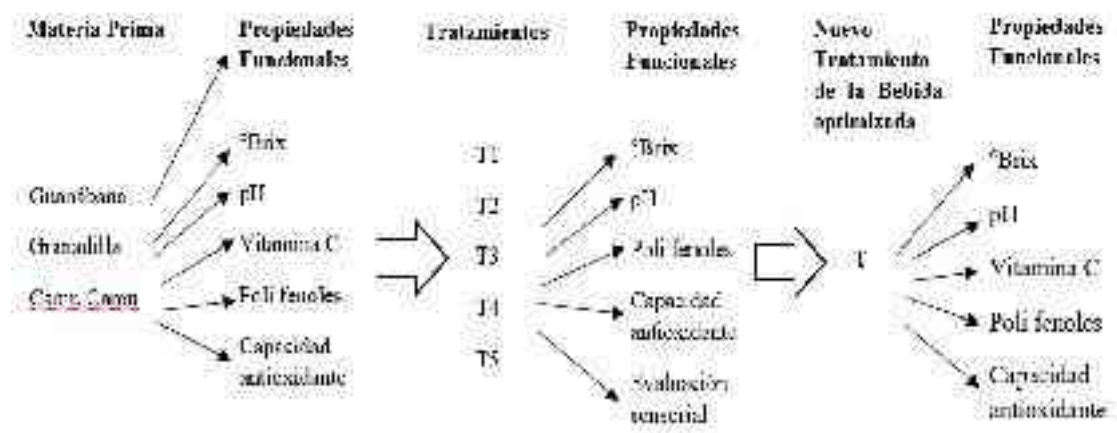


Figura 2. Gráfico del diseño metodológico de las evaluaciones a desarrollar

3.1.4. Enfoque

El estudio tiene como objetivo elaborar una bebida con alto poder antioxidante para el cual se mezcla el jugo de granadilla, jugo de camu camu y como diluyente se emplea la infusión acuosa de hoja de la guanábana para diluir a la pulpa de guanábana, se formulan diferentes mezclas, se obtienen 5 tratamientos y se realiza una evaluación sensorial para evaluar el grado de aceptabilidad de las mezclas. Se selecciona aquella bebida que tiene mayor capacidad antioxidante con una aceptabilidad de parte de los panelistas.

En conclusión, lo que se busca en este estudio es elaborar una bebida que tenga un alto potencial antioxidante, incentivando la revaloración y producción a mayor escala del fruto de la guanábana, granadilla y camu camu, y de esta manera ponerla al alcance del consumidor.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población

Las frutas como la Guanábana y Granadilla son cultivadas en gran extensión en el distrito de Sayán, mientras que el Camu Camu es cultivado en gran extensión en la Amazonía Peruana. luego estas son comercializadas en los diferentes mercados del Perú, como es el Mercado Centenario de Huacho.

3.2.2. Muestra

Las muestras fueron: 4 Kg de guanábana, 2 Kg de granadilla y 1 Kg de camu camu, frutas que se adquirieron del Mercado Centenario (La Parada) del distrito de Huacho, provincia de Huaura.

3.3. Operacionalización de Variables e Indicadores

Tabla 4

Operacionalización de las variables e indicadores del estudio

Variable	Dimensión	Indicador	Instrumento de medición	Unidad de medida
<u>Independiente</u> Proporción de pulpa de guanábana, jugo de granadilla y camu camu	Propiedades Físicoquímicas	°Brix pH	Brixometro Potenciómetro	°Brix pH
	Atributos Sensorial	color, sabor, aroma, aceptabilidad	Evaluación sensorial	Escala hedónica
	Capacidad Antioxidante	ABTS+	Lector de multiplacas	uMol Equivalente Trolox/100 mL
<u>Dependiente</u> Capacidad antioxidante, aceptabilidad de la bebida	Contenido De Polifenoles	Folin-ciocalteu	Lector de multiplacas	mg Equivalente Ac. Gálico/ 100 mL
	Vitamina C	titulación	titulador	mg Ac. Ascórbico/100 mL

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas a emplear

a. Recopilación de la información teórica:

- Investigaciones no difundidas
- Tesis de pre o post grado
- Internet
- Textos
- Revistas especializadas

b. Recopilación de datos empíricos de campo:

- Lecturas del Lector de placas Multimodal
- Análisis
- Interpretación
- Toma de datos con instrumentos de medición

3.4.1.1. *Formulación.*

Para encontrar la bebida que tenga una buena aceptabilidad se procedió a un análisis de optimización mediante el diseño experimental de mezclas donde los factores tienen la restricción de que su suma es la unidad o el 100%. Mezclas de componentes (pulpa de guanábana, jugo de granadilla, jugo de camu camu).

En la siguiente Tabla 5 se expone las variables en estudio para la obtención de las bebidas con los respectivos tratamientos experimentales propuesto para el diseño de mezcla tipo simplex lattice.

Tabla 5
Delineamiento experimental central simple para la mezcla de tres componentes y varias respuestas

Tratamiento	% en Mezcla		
	Guanábana	Granadilla	Camu Camu
1	75	20	5
2	65	30	5
3	68.125	23.125	8.75
4	67.5	20	12.5
5	65	22.5	12.5

En la figura 3, se puede apreciar la distribución espacial de los 5 tratamientos propuestos en la superficie de respuesta según el modelo propuesto.

Design-Expert® Software
 Component Coding: Actual
 Std Error of Design
 ● Design Points
 Std Error Shading
 1.500
 0.500

X1 = A: Camu camu
 X2 = B: Guanabana
 X3 = C: Granadilla

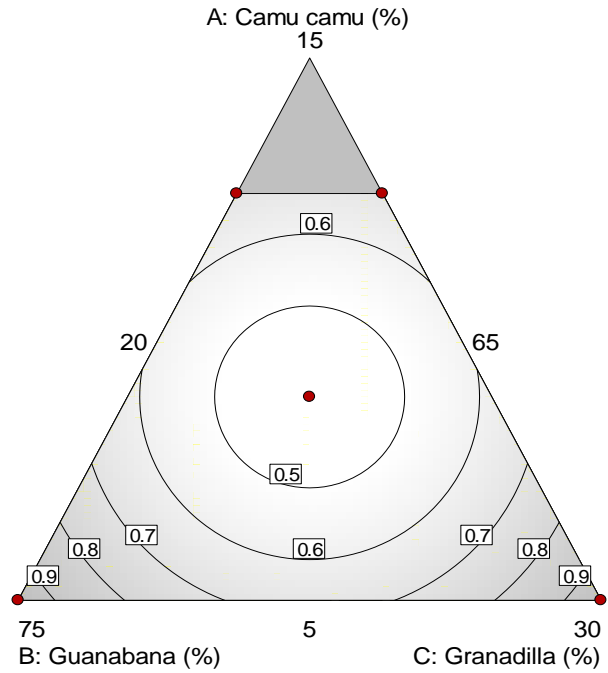


Figura 3. Distribución de los tratamientos en el diseño de mezcla

3.4.1.2. Evaluación Sensorial

Se realizó para determinar el grado de aceptabilidad del producto. Para esto se aplicó una prueba afectiva para medir el grado de satisfacción con 27 jueces semi-entrenados, aplicando una escala hedónica de 1 a 9, con el propósito de medir el grado de aceptación de la bebida. También se incluyó una evaluación de los atributos de color, sabor y acidez en cada uno de los tratamientos. En el anexo 1, se puede observar la ficha de evaluación.

3.4.1.3. Análisis Físicoquímicos.

Los siguientes análisis físicoquímicos se realizaron, tanto para las muestras de materia prima como en los diferentes tratamientos de la bebida funcional.

A. Determinación de PH

El pH se determinó para cada tratamiento de la bebida funcional, para esto se utilizó un pHmetro digital, el cual se calibró a buffer de pH 4 y 7, este equipo se coloca por inmersión directa. En un vaso de precipitado de 100 ml, en que se le agrega 30 ml de bebida para la realizar las mediciones de acuerdo con el método. (AOAC, 1990)

B. Determinación de sólidos solubles totales (SST)

Las muestras de cada uno de los tratamientos se evaluaron de acuerdo al método de la (AOAC, 1990). Los SST son reportados como grados Brix ($^{\circ}\text{Bx}$), y se mide con un refractómetro, previamente calibrado con agua destilada.

C. Determinación de Polifenoles totales

El análisis se realizó siguiendo la metodología sugerida por (Magalhães et al., 2010). Para esto se empleó una lectora multimodal Synergy HTX Biotek y una micropalaca de 96 micro pocillos, se realiza por triplicado y los resultados son expresados en mg de Acido gálico equivalentes/Litro, ver el protocolo en anexo 2.

D. Determinación de capacidad antioxidante total

Método ABTS+

Se determinó la capacidad antioxidante empleando el Método ABTS+ según kuskoski, (2004), Se basa en la capacidad de los antioxidantes para capturar el radical catiónico ABTS+ (ácido 2,2 azinobis-3-etilbenotizolina-6-sulfónico), una vez atrapada se produce un descenso en la absorbancia a 658 nm, se le conoce como una reacción SET. El radical catiónico es un compuesto estable, de color verde-azulado, y con un espectro de absorción en el UV-visible. El antioxidante que se está analizando produce el trolox que provoca el descenso.

Los resultados son expresados en $\mu\text{MolET}/100$ ml de muestra, el procedimiento se muestra en el Anexo 3, Protocolo para la determinación de la capacidad antioxidante por el método ABTS+.

Método DPPH

El método tradicional para la actividad antioxidante con el DPPH, fue descrito (Brand-Williams et al., 1995) y tiene muchas modificaciones, entre las que destacan lo descrito por (Abderrahim et al., 2015) donde brevemente, las muestras previamente extraídas son diluidas (10 μL muestra o el blanco

control) son colocados por triplicado en cada pocillo de la micro placa y se mezclan con 200 μL de DPPH (60 $\mu\text{mol L}^{-1}$ disuelto en metanol 1: 1/10 mmol L^{-1} Tris-HCl buffer pH 7,5), después de 10 minutos de incubación a temperatura ambiente, se midió la absorbancia a 520 nm con un lector de microplacas Synergy HTX Biotek1. La capacidad antioxidante extraíble se calculó como índice de capacidad de secuestro (SCI) y se expresó en mMol DPPH inhibido/Kg peso de muestra.

$$\text{ó} = 100(1 - \frac{\text{A}_{\text{muestra}}}{\text{A}_{\text{control}}})$$

Donde:

$\text{A}_{\text{muestra}}$ = Absorbancia de la muestra a 515 nm

$\text{A}_{\text{control}}$ = Absorbancia del reactivo DPPH

Se graficó la concentración de cada dilución frente a su respectivo porcentaje de inhibición y obteniéndose los puntos un tendencia lineal de la forma $Y = A + BX$ (donde Y es el porcentaje de inhibición, X es la concentración mg/mL, A es la intercepción y B es la pendiente), el poder reductor se refiere a la pendiente de dicha línea que se estima como ICI (Índice de Capacidad de Inhibición) cuyas unidades son; μMol de DPPH inhibido/mL de extracto, también se calcula el valor de IC50 (concentración efectiva media) con la siguiente ecuación:

$$\text{IC}_{50} = (50 - \text{pendiente}) / \text{Intercepción}$$

El procedimiento se detalla en el anexo 4, protocolo para la determinación de capacidad antioxidante SCI.

E. Determinación de vitamina C

Según AOAC, (1995), se realiza por medio de la titulación volumétrica. El título del color se determinó usando estándar de una solución de ácido ascórbico, Se pipeteo 5 ml de ácido acético-meta fosfórico y se adicionó 0.01g de ácido ascórbico.

Se anotó los resultados de las repeticiones y se promedió. Así mismo se realizó titulación del blanco, se anotó los resultados de las repeticiones y se promedió:

$$= \frac{[(\frac{25}{25})]}{-}$$

Dónde:

V de estándar: es el volumen utilizado para la titulación (2ml).

Vg: es el volumen del colorante gastado en la titulación de la solución estándar.

B: es el volumen gastado de colorante en la titulación del blanco.

Análisis del jugo

En un Erlenmeyer de 50 ml se colocó 5ml de mezcla de ácido meta fosfórico-ácido acético y se adicionó 2 ml del jugo, a continuación, se tituló con el reactivo de color indo fenol hasta que el color rosado permaneció más de 5 segundos; se midió el volumen gastado, y se efectuó los cálculos correspondientes.

$$\frac{\dot{a}}{\text{-----}} = (-) (-) (-)$$

Dónde:

X: es el volumen en ml de volumen gastado en la titulación.

B: es el volumen gastado en el banco.

F: es el estándar.

E: es el volumen empleado en la titulación (ml).

V: volumen inicial de la titulación (ml).

Y: volumen de la alícuota de la muestra titulada (ml)

El procedimiento se detalla en el anexo 5, protocolo para la determinación del contenido de vitamina C, por el método del Indofenol.

- k. **Pasteurización:** tiene como objetivo disminuir el crecimiento microbiano y neutralizar las enzimas naturales, mediante el sometimiento del jugo de fruta a una fuente de calor (de 85°C x 5 min).
- l. **Envasado:** se realiza en envases de plástico resistente al calor, sellándolos herméticamente cumpliendo con las normas de calidad.
- m. **Enfriado:** Se realiza inmediatamente después del envasado.
- n. **Almacenado:** Se mantiene a temperatura de refrigeración.

3.4.1.5. Flujo experimental.

a. Flujo experimental para la extracción de pulpa de Guanábana

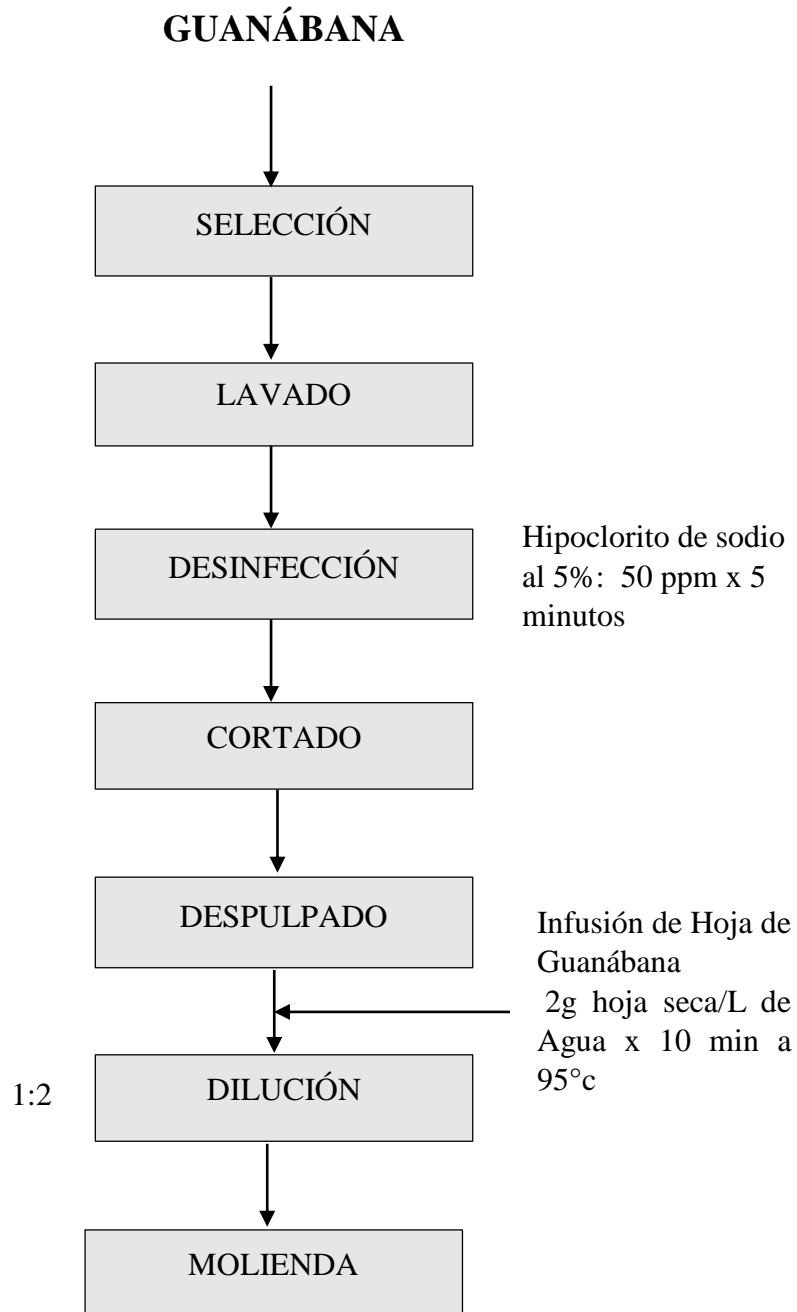


Figura 4. Flujo experimental para la obtención de pulpa de Guanábana

b. Flujo experimental para la extracción de jugo de Granadilla

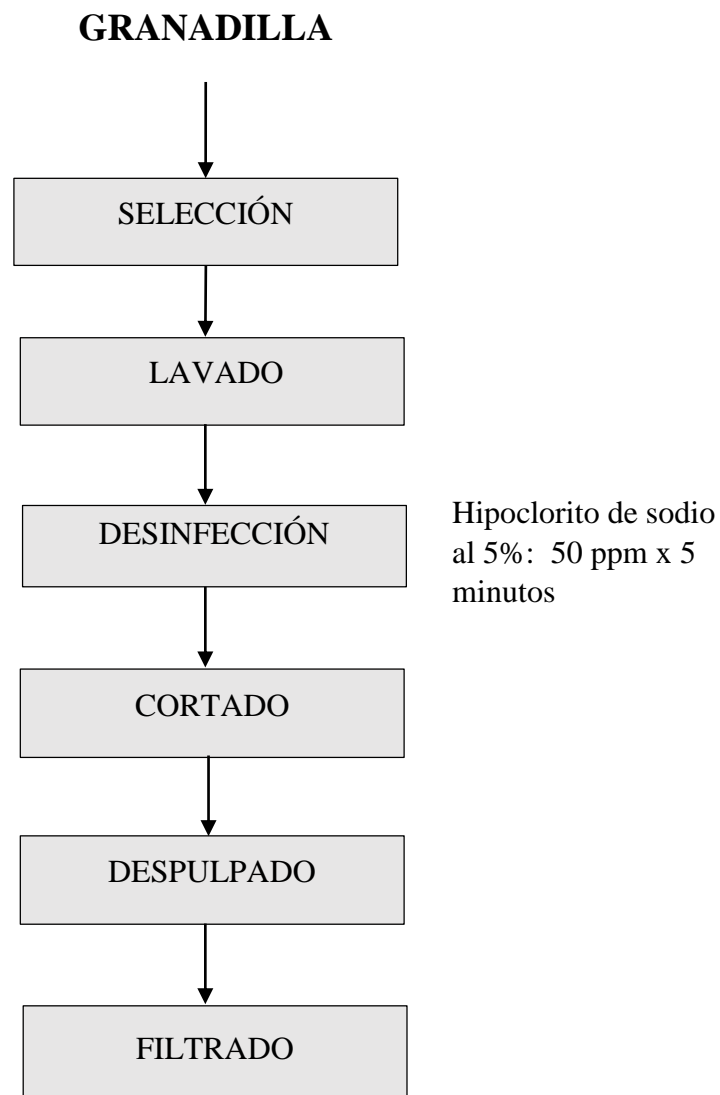


Figura 5. Flujo experimental para la obtención de jugo de Granadilla

c. *Flujo experimental para la extracción de jugo de Camu Camu*

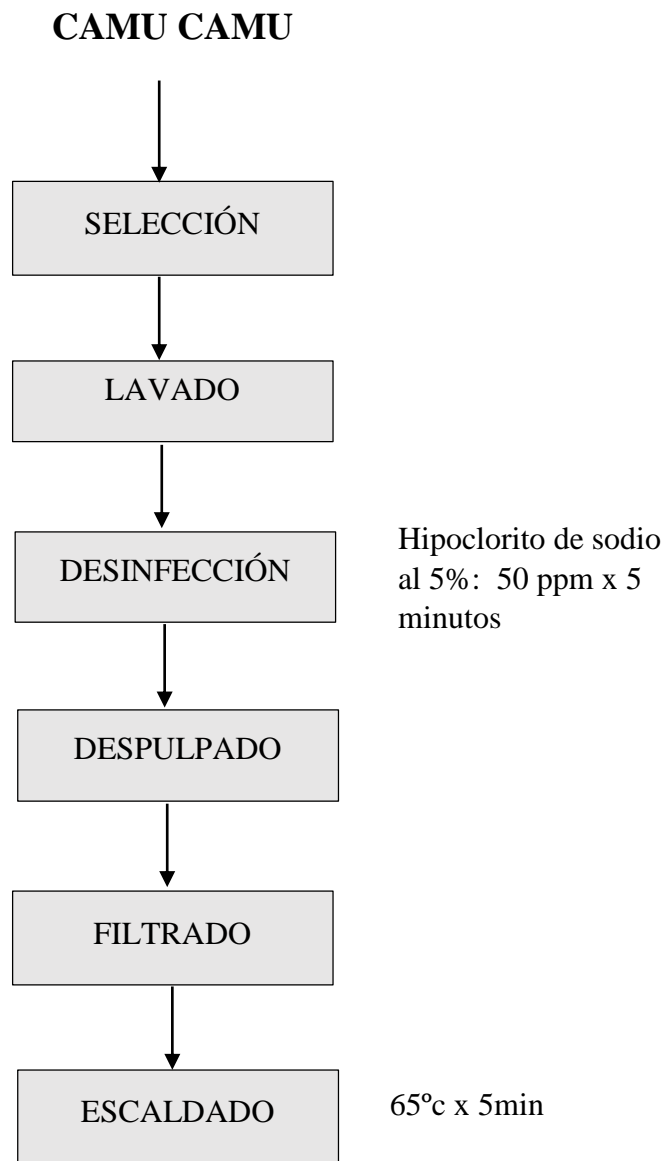


Figura 6. Flujo experimental para la obtención de jugo de Camu Camu

d. Flujo experimental para la formulación de las bebidas

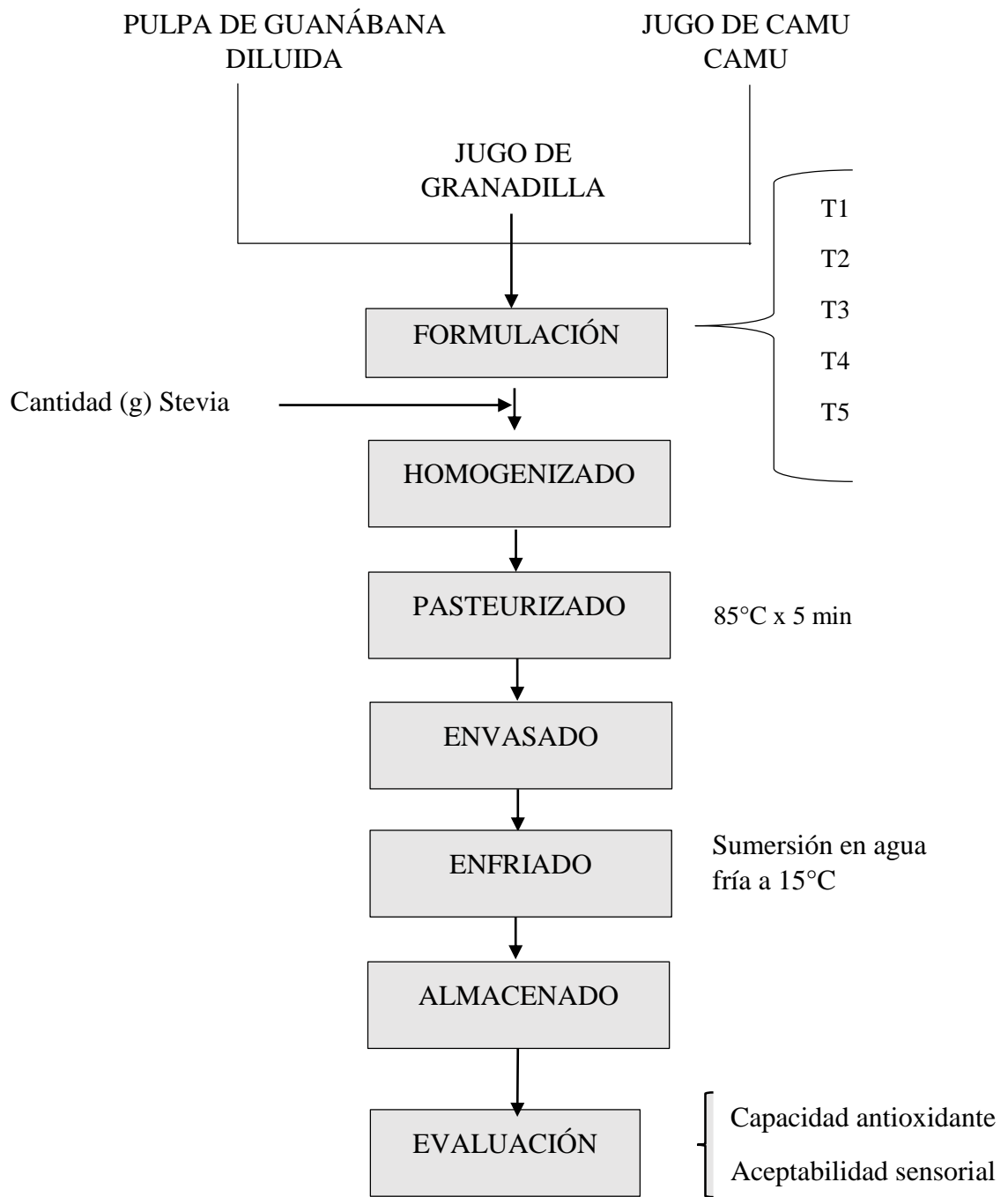


Figura 7. Flujo experimental para la formulación de la bebida

3.4.2. Descripción de los instrumentos

Para el desarrollo de la investigación se usaron y utilizaron los siguientes materiales y equipos:

Vaso Beaker De 50,100,250 Y 1000ml

Pizeta

Pipeta Graduada 1y 10ml

Pipeta De Pistón 0 – 2000ul

Probeta

Varilla De Vidrio

Olla De Acero Inoxidable

Vasos De Plástico

Matraz Erlenmeyer 250ml

Botellas De Vidrio De 500 MI

Refractómetro Rhb – 32bp Atc

Potenciómetro Portátil

Espectrofotómetro

Balanza Analítica, Rad Wag Modelo

Termómetro

Micro pipetas mono canal y multicanal

Sol. Buffer De Ph 4 Y 7

Reactivo De Folin-Ciocalteu (2n)

Ácido Gálico

Metanol 80%

Sol. Estándar De Trolox

Carbonato De Sodio Al 7%

Alcohol Isoamílico

Agua Destilada

Micro tubos graduados de 1.5 ml

Agua Des ionizada

Bureta

Micro Placa

Lector de Microplacas

3.5. Técnicas para el procesamiento de la Información

En la investigación se considera importante establecer cuál es la bebida con mayor potencial antioxidante y mejor aceptabilidad por lo que los datos del diseño de mezcla serán evaluados empleando el software Design Expert, el modelo estadístico propuesto por este método es:

$$= \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{123} X_1 X_2 X_3$$

Dónde: Y son las respuestas esperadas (capacidad antioxidante, aceptabilidad y características sensoriales.). X1, X2 y X3 son los componentes como factores variables (pulpa de Guanábana, jugo de granadilla y jugo de Camu camu). Las constantes β son valores correlacionados por el modelo.

- **Para el proceso de análisis de datos:**

Serán utilizados los análisis estadísticos Prueba de T-Student, Análisis de Desviación Estándar (ANOVA), utilizando programas de cálculo Microsoft Excel.

- **Para la presentación de resultados**

Serán utilizados gráficos lineales, diagramas de resultados por análisis.

CAPITULO IV:

RESULTADOS

4.1. Caracterización de materias primas

Las características de las materias primas fueron para conocer el estado y condiciones de los frutos, en la tabla 6 se aprecia los resultados:

Tabla 6
Caracterización de las materias primas

Característica	Guanábana	Granadilla	Camu camu
pH	4.55 ± 0.04	4.94 ± 0.14	3.08 ± 0.15
Sólidos Solubles (°Brix)	14.77 ± 0.42	13.73 ± 0.47	6.5 ± 0.30
Acidez Titulable (porcentaje en ácido cítrico)	0.59 ± 0.06	0.41 ± 0.03	2.37 ± 0.42
Estado de madurez	maduro	maduro	maduro
Polifenoles totales (mg EAG/100g)	55.84	433.29	57.51*
Vitamina C (mg AA/100 g)	12.66	13.09	21.46**
<u>Capacidad Antioxidante</u>			
Equivalente Trolox (uMoleT/100g) ABTS+	273.09	121.65	106.83***
Porcentaje de inhibición DPPH (IC50)g fruta / ml extracto	0.13	0.20	0.55****

Nota: *mgEAG/g camu camu

**mgAA) /g camu camu

***uMoleT/g camu camu

**** g Camu camu / l de extracto

En cuanto a los valores contenidos de pH, el camu camu es la fruta más ácida (3.08) de las tres, los valores contenidos de °Brix en mayor concentración lo obtiene la guanábana (14.77), lo que indica que es la fruta más dulce. El cuanto a acidez titulable, el camu camu es quien tiene mayor concentración (2.37).

Las propiedades funcionales de las muestras se observan en las siguientes figuras: en la figura 8, se muestra contenido de Polifenoles totales, en la figura 9, se observa los resultados del contenido de Vitamina C, en la figura 10, se muestra la capacidad antioxidante Método ABTS+ y en la Figura 11, se muestra la capacidad antioxidante Método DPPH-IC50 de las materias primas.

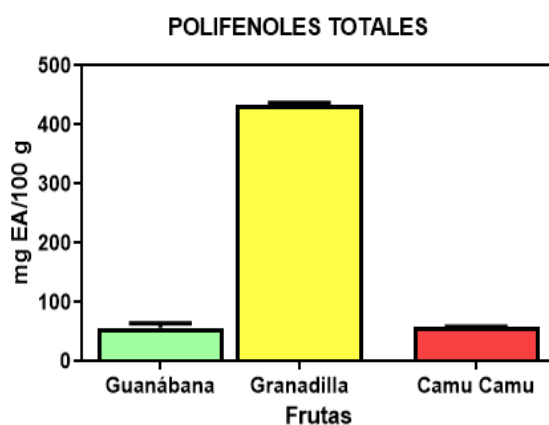


Figura 8. Gráfico de barra del contenido de Polifenoles totales. El camu camu se encuentra en mgEAG/g

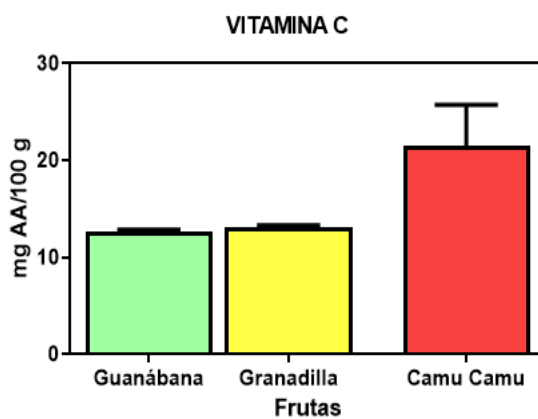


Figura 9. Gráfico de barra del contenido Vitamina C. El camu camu se encuentra en mgAA/g

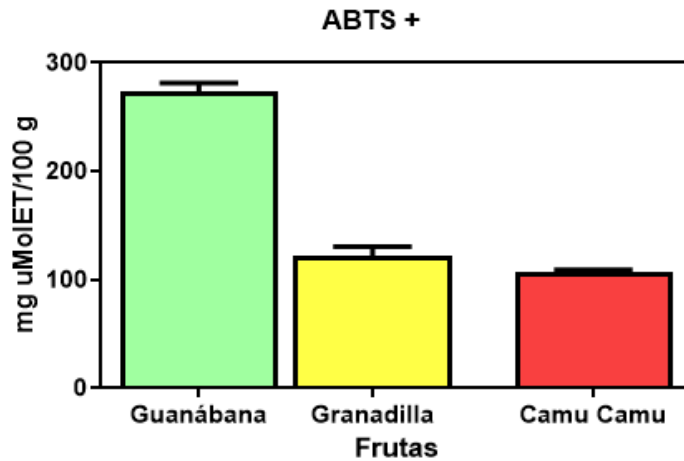


Figura 10. Gráfico de barra del contenido Capacidad antioxidante (Método ABTS+). El camu camu se encuentra en ET/g

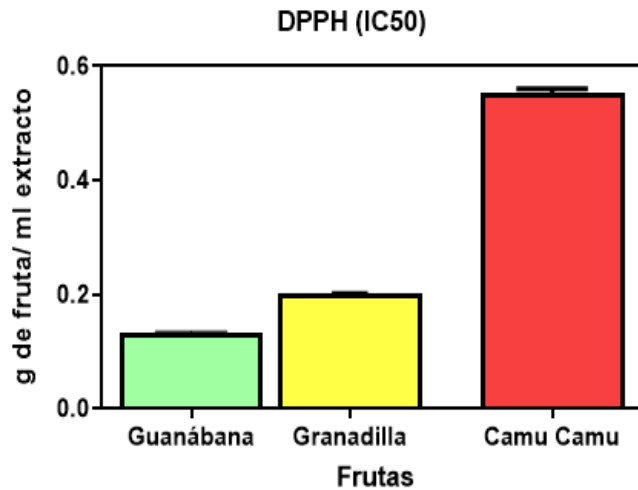


Figura 11. Gráfico de barra del contenido Capacidad antioxidante (Método DPPH – IC50). El camu camu se encuentra en g Camu camu / l de extracto

De acuerdo con los datos expuestos en la tabla 6 y en las figuras 8, 9, 10 y 11, se identifican los componentes funcionales de la muestra: El camu camu contiene más Polifenoles totales (57.51 mgEAG/g), Vitamina C (21.46 mgAA) /g) y Capacidad Antioxidante: DPPH-IC50 (0.55 g Camu camu / l de extracto) y ABTS+(106.83 uMolET/g), con respecto a la Guanábana y Granadilla.

4.2. Caracterización de la bebida elaborada en cuanto a °Brix y pH

Las características iniciales como el pH, Sólidos solubles (°Brix) de las bebidas según el diseño de mezclas, son expuestas en la tabla 7:

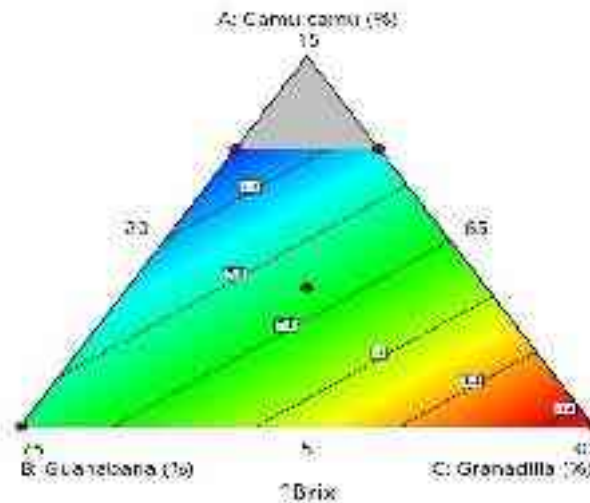
Tabla 7

Caracterización de la bebida por cada tratamiento en cuanto a °Brix y pH

Tratamiento	Guanábana	Granadilla	Camu Camu	pH	°Brix
T1	75	20	5	3.79	7.6
T2	65	30	5	3.85	8.4
T3	68.125	23.125	8.75	3.63	8.0
T4	67.5	20	12.5	3.51	7.2
T5	65	22.5	12.5	3.57	7.4

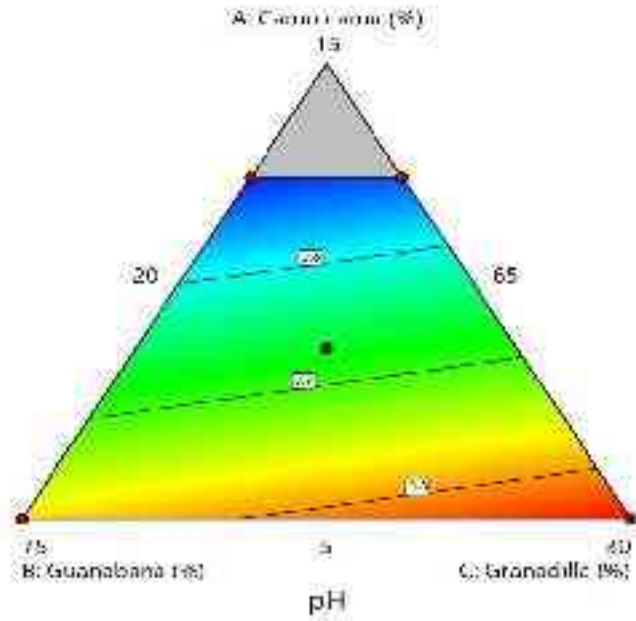
Los resultados de cada tratamiento de la bebida se pueden observar en la tabla 7 donde se muestran que el T2 presenta alto contenido de °Brix de (8.4) y el T4 presenta bajo contenido de pH de 3.51 frente a los demás tratamientos.

Las curvas de contorno de los 5 tratamientos se observan en las siguientes figuras: La figura 12, la curva de contorno y evacuación del modelo para el °Brix y la figura 13, las curvas de contorno y ecuación del modelo para el pH.



$$^{\circ}\text{Brix} = + 0.010 A + 0.063 B + 0.143 C$$

Figura 12. Curvas de contorno y ecuación del modelo para el °Brix



$$\text{pH} = + 0.0042 A + 0.0380 B + 0.0451 C$$

Figura 13. Curvas de contorno y ecuación del modelo para el pH

Los resultados de mezclas indican que el pH depende de la proporción de jugo de camu camu ya que, al aumentar su proporción, el pH del producto baja. Con respecto al °Brix se puede apreciar que hay una alta proporción de jugo de granadilla por lo que, al aumentar la concentración, tendrá más contenido de sólidos solubles.

4.3. Evaluación sensorial de las bebidas elaboradas

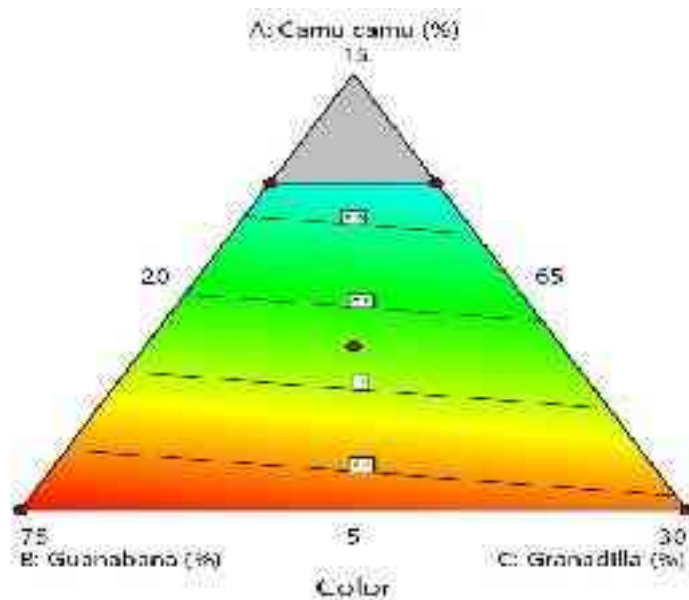
Las cinco bebidas provenientes de las mezclas según los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 fueron evaluadas sensorialmente y consistió en conocer cuál de las 5 bebidas de los tratamientos en estudio tienen una mayor puntuación en el color, sabor, acidez y aceptación general, cada uno de los panelistas semi entrenados recibió las cinco muestras y una cartilla de escala hedónica de 9 puntos, En la tabla 8, se pueden apreciar los resultados.

Tabla 8
 Medidas de los atributos sensoriales por cada tratamiento

Tratamiento	Mezclas (Porcentaje)			Atributos Sensoriales			
	Guanábana	Granadilla	Camu Camu	Color	Sabor	Acidez	Aceptación
T1	75	20	5	7.37	7.41	7.26	7.26
T2	65	30	5	7.11	6.59	6.85	6.59
T3	68.125	23.125	8.75	7.11	6.44	6.30	6.15
T4	67.5	20	12.5	6.19	3.41	3.78	3.18
T5	65	22.5	12.5	6.70	6.04	5.63	5.85

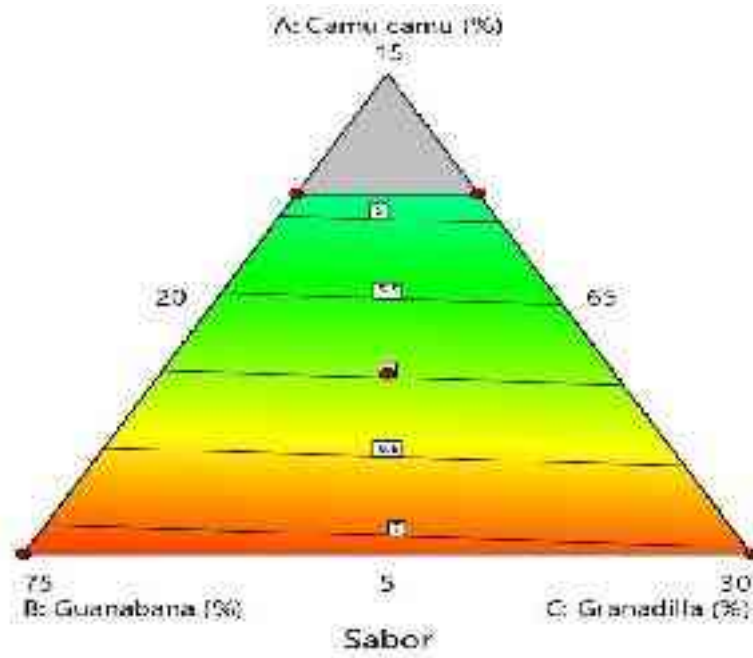
Conforme a la tabla 8, el mayor puntaje en cuanto a los atributos de: color, sabor, acidez y aceptación, lo obtuvo el Tratamiento T1 con un puntaje de 7.37, 7.41, 7.26 y 7.26 respectivamente.

Con los datos expuestos en la tabla anterior para los atributos evaluados en las bebidas se construye las figuras de superficie de respuestas empleando el diseño experimental de mezclas. Tal como se presentan en las figuras 14, 15, 16 y 17.



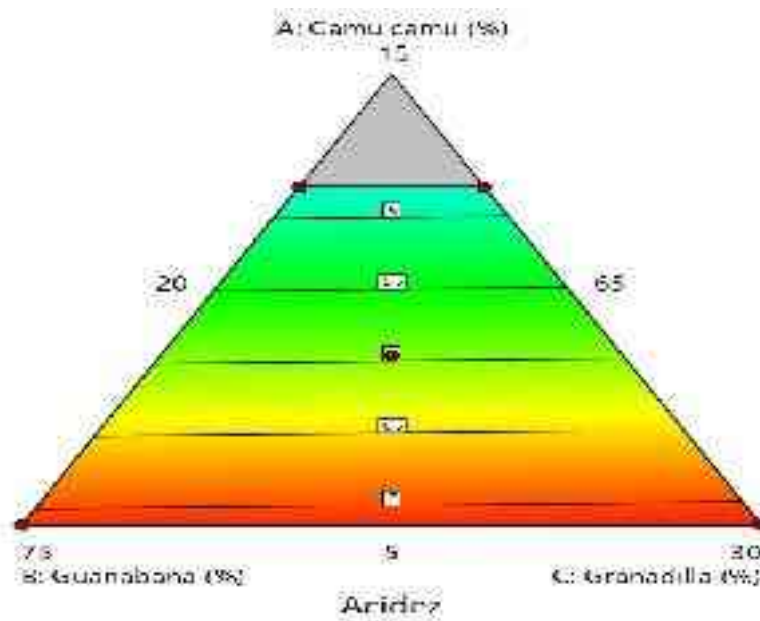
$$\text{Color} = -0.031 A + 0.082 B + 0.069 C$$

Figura 14. Curvas de contorno y ecuación del modelo para en la evaluación sensorial del atributo de Color



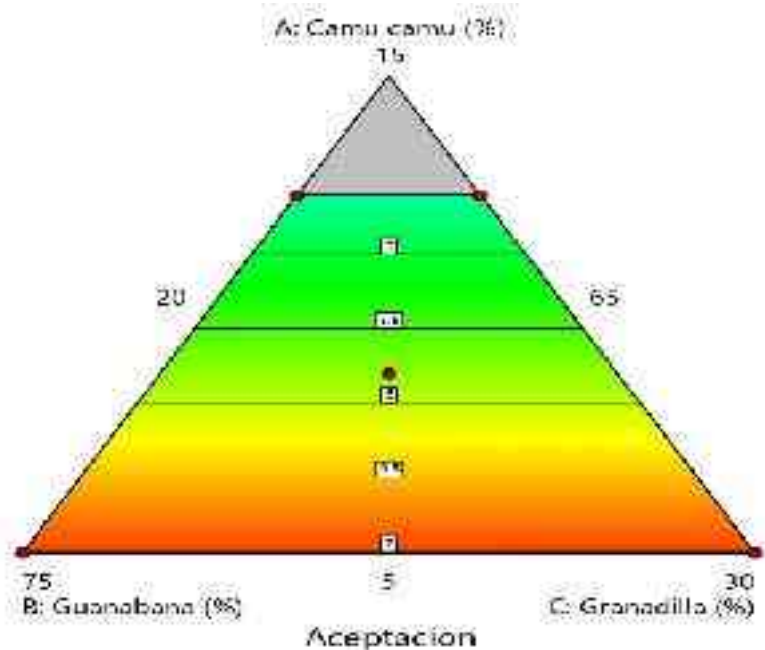
$$\text{Sabor} = -0.221 A + 0.090 B + 0.076 C$$

Figura 15. Curvas de contorno y ecuación del modelo para en la evaluación sensorial del atributo de Sabor



$$\text{Acidez} = -0.225 A + 0.086 B + 0.091 C$$

Figura 16. Curvas de contorno y ecuación del modelo para en la evaluación sensorial del atributo de Acidez



$$\text{Aceptación} = - 0.235 A + 0.086 B + 0.086 C$$

Figura 17. Curvas de contorno y ecuación del modelo para en la evaluación sensorial del atributo de Aceptación

Las magnitudes de los resultados mostrados indican que la pulpa de guanábana influye en el atributo de Color, de igual manera se observa que la pulpa de guanábana influye positivamente en el atributo de Sabor. Por otro lado, el atributo de Acidez se ve influenciado por el jugo de camu camu. Y para el atributo de Aceptación, se identifica que la guanábana influye positivamente a los panelistas.

4.4. Caracterización en cuanto a la evaluación funcional de la bebida

A continuación, en la tabla 9, se muestra la caracterización en cuanto a la evaluación funcional de la bebida.

Tabla 9

Caracterización en cuanto a la evaluación funcional de la bebida

Tratamientos	Guanábana	Granadilla	Camu Camu	Polifenoles mgAG/100 ml	Capacidad Antioxidante DPPH (ICI) uMol DPPH/ml de bebida
T1	75	20	5	102.61	2.89
T2	65	30	5	125.49	1.39
T3	68.125	23.125	8.75	160.81	2.84
T4	67.5	20	12.5	218.98	2.97
T5	65	22.5	12.5	177.11	2.20

En la Tabla 9, se puede observar que el tratamiento que contiene mayor concentración de polifenoles es el T4 (218.98 mgAG/100 ml) y en cuanto a la capacidad antioxidante (IC50), el tratamiento con mayor capacidad antioxidante es el T4 (2.97 uMol DPPH/ml de bebida),

A continuación, en las figuras 18 y 19, se muestra el contenido funcional de la bebida en gráfico de barras.

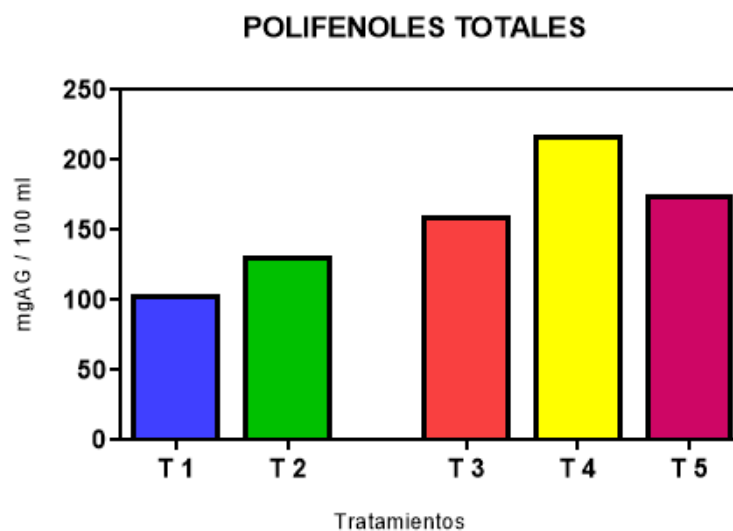


Figura 18. Gráfico de Concentración funcional de la bebida en cuanto a polifenoles Totales

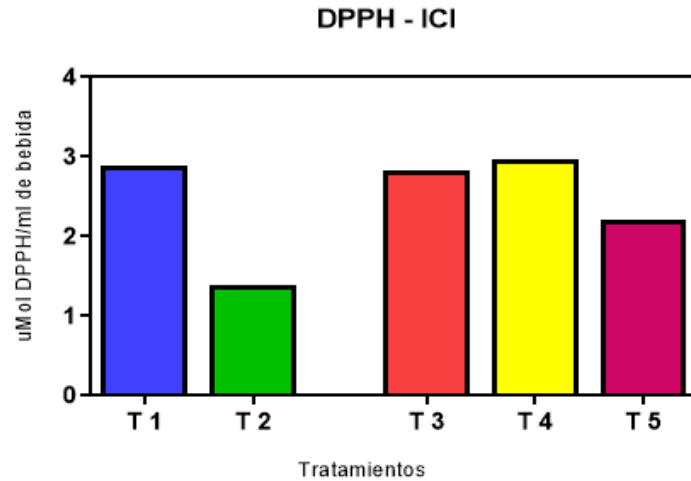


Figura 19. Gráfico de Concentración funcional de la bebida en cuanto a capacidad antioxidante DPPH (ICI)

De igual forma se observa que en las figuras 20 y 21, las curvas de contorno y evaluación del modelo de Polifenoles totales y Capacidad antioxidante – DPPH (ICI).

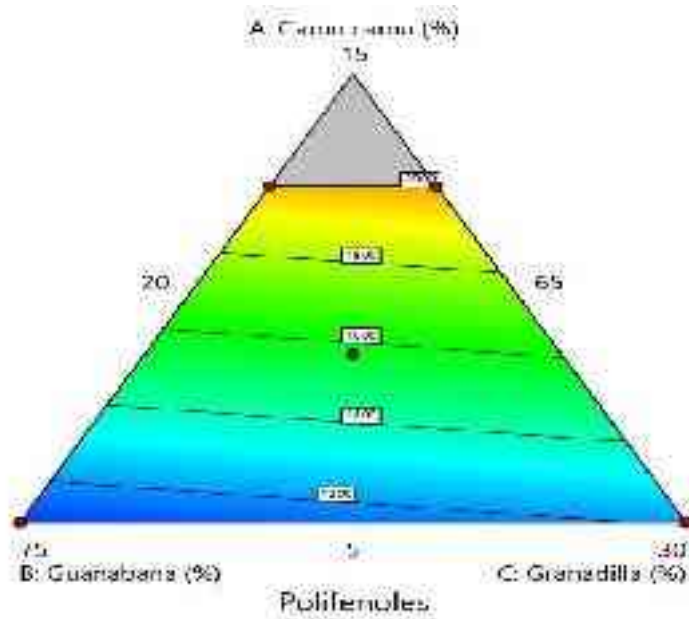
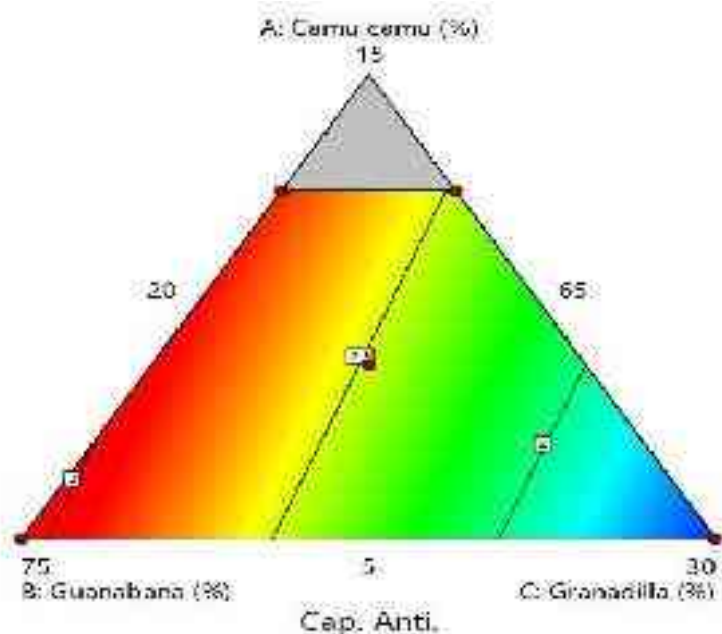


Figura 20. Curvas de contorno y evaluación del modelo para Polifenoles Totales.



$$\text{Capacidad Antioxidante} = + 0.043 A + 0.063 B - 0.096 C$$

Figura 21. Curvas de contorno y evaluación del modelo para capacidad Antioxidante-DPPH (ICI).

De acuerdo a lo representado en las curvas de contorno en la figura 20, El camu camu contiene más concentración de Polifenoles frente a la guanábana y granadilla. De igual manera se representa la capacidad antioxidante – DPPH (ICI) en la figura 21, donde se observa que el camu camu y la guanábana influyen positivamente en la concentración de esta.

4.5. Optimización de la bebida

Para realizar la optimización y establecer que combinación de factores de la bebida que nos ayudaría a obtener la mejor mezcla, se recurre al diseño experimental de mezclas, que permite analizar de manera global al producto, considerando las variables obtenidas a través de la evaluación sensorial y fisicoquímica. Este diseño nos permite determinar la combinación de los factores experimentales que simultáneamente optimizan varias respuestas, logrando así la optimización deseada tomando los parámetros que nos permitan establecer una bebida con máximas características sensoriales y funcionales. En la tabla 10, Se establece la combinación óptima de la bebida.

Tabla 10
Formulación de la bebida con máximas características funcionales

Materias Primas	Tratamiento 1 (Bebida óptima) (%)
Guanábana	75
Granadilla	20
Camu camu	5

Igualmente se evaluaron los atributos sensoriales de la bebida optimizada donde los resultados se muestran en la tabla 11.

Tabla 11
Evaluación sensorial de la bebida optimizada

Atributos Sensoriales	Bebida optimizada (T1)
Color	7.3704
Sabor	7.4074
Acidez	7.2593
Aceptación	7.2593

Además, se analizó la capacidad funcional de la bebida optimizada, como se puede observar en la tabla 12.

Tabla 12
Evaluación funcional de la bebida optimizada

Evaluación Funcional	Bebida optimizada (T1)
pH	3.51
°Brix	7.2
Polifenoles (mgAG/100 ml)	104.46
Vitamina C (mg AA/100 ml jugo)	72.5
Capacidad Antioxidante DPPH (ICI) uMol DPPH/ml de bebida	289
Capacidad Antioxidante (ABTS+) uMoIET/100 ml de bebida	609.46

En la figura 22, se muestra la curva de contorno de la bebida optimizada.

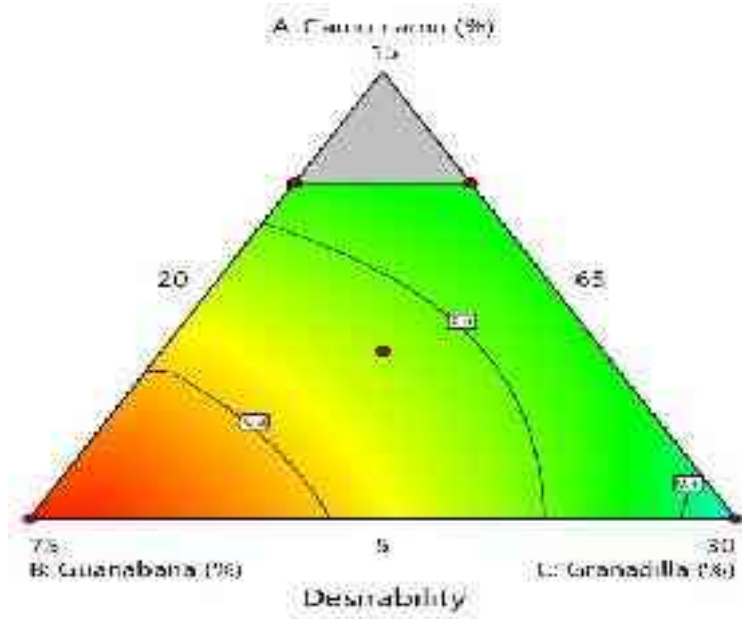


Figura 22. Curva de contorno de la bebida optimizada

Tal como se representa en la figura 22. Se observa que las concentraciones óptimas están proporcionalmente relacionadas, es por ello que se ajusta a la probabilidad de una mejor mezcla de aceptación y con una gran capacidad antioxidante.

CAPITULO V:

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusiones

Los resultados de las propiedades funcionales de las materias primas se muestran en la tabla 6, donde la guanábana presenta 14.77 °Brix y 4.55 de pH, valores menores a los mencionados por (Acosta et al., 2016), en su estudio de evaluación composicional, capacidad antioxidante de pulpa y cáscara de Guanábana, los cuales son 16.49 °Brix y 5.86 de pH, el cual pudo haber variado por el grado de maduración de la fruta. En cuanto polifenoles totales, como se muestra en la Tabla 6, la guanábana presenta 55.84 mg EAG/100g de muestra, superior a los reportados por (Lako et al., 2007), de 42 mg EAG/100g de muestra. Y muy cercano a lo mencionado por (Márquez, 2009), que dio como resultado 55 mg EAG/100g de muestra. De la misma tabla 6, se observa que la cantidad de Vitamina C es de 12.66 mg AA/100g de muestra, el cual es superior a lo mencionado por (ICBF, 2005), que es de 10.07 mg AA/100g de muestra, e inferior a la de (Acosta et al., 2016), que es de 19.08 mg AA/100g de muestra. (Vit et al., 2014), menciona que la actividad antioxidante de la pulpa de guanábana es de 306.0 uMolET/100 g, valor superior al obtenido en esta investigación que fue de 273.0 uMolET/100 g como se muestra en la tabla 6. La variabilidad de los resultados se puede dar por el grado de maduración en la que se encuentran la fruta.

En la tabla 6, se muestran los resultados de las propiedades de la granadilla, en la que se puede observar que los valores obtenidos son de 13.73 °Brix, resultado similar al reportado por (Espinosa et al., 2015), quienes mencionan que, al alcanzar la madurez comercial, les dio un valor final de 13.3°Brix. En cuanto al pH, como se describe en la tabla 6, dio como resultado 4.94, mayor al mencionado por (Brito, y otros, 2008), quienes reportan un pH entre 3.97 y 4.33. Así mismo, los autores mencionan que la cantidad de Vitamina C de la granadilla se encuentran entre 14,53 y 22.09 mg AA/100g de muestra, resultados superiores al obtenido en esta investigación, el cual fue de 13,09 mg AA/100g de muestra. La diferencia entre los resultados se puede dar debido a factores genéticos propios del proceso de maduración.

En la tabla 6, se pueden observar los resultados de las propiedades del camu camu, donde presenta 6.5 °Brix y 3.08 de pH, valores muy cercanos a los mencionados por (Salas et al., 2009), quienes en su bebida nutracéutica a partir de camu camu, menciona que sus valores fueron de 6.20 y 6.70° Brix y pH de 3.00 y 3.20. En la misma Tabla 6, se muestran los resultados de polifenoles totales que son de 5 751 mg EAG/100 g, resultado superior al reportado por (Muñoz et al., 2009), de 2 293. 57 mg EAG/100 g. De igual manera (Salgado et al., 2012), reporta valores entre 1 292.028 y 1 476.405 mg EAG/100 g, resultados inferiores a los obtenidos en esta investigación. En cuanto a Vitamina C, como se muestra en la Tabla 6, para camu camu se obtuvo 2 146 mg AA/100g, valor cercano al obtenido por (Mariñas, 2011), quien obtuvo 2 151 mg AA/100 g en pulpa de camu camu maduro.

En la tabla 8, Se puede observar el resultado de la evaluación sensorial de la bebida funcional donde se aplicó una escala hedónica de 9 puntos para los diferentes tratamientos, luego estos datos fueron introducidos al programa Microsoft Excel. Para así poder cuantificar el promedio de los tratamientos y elegir cuál de ellos es aceptable por los consumidores. Así mismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada tratamiento, donde el T1 se encuentra en primer lugar con mayor aceptación sensorial elegida por los panelistas.

En la investigación de Coronado (2019), que evaluó la capacidad antioxidante de una bebida con extracto de zanahoria combinado con zumo de mandarina y naranja, se observó que la bebida optimizada presentó 434.95 uMolET/100ml de capacidad antioxidante y 39.67 mgEAG/100ml. de polifenoles, mientras que la bebida de la presente investigación presenta 609.46 uMolET/100 ml de capacidad antioxidante y 104.46 mg EAG/100 ml de polifenoles como se puede observar en la Tabla 12.

5.2. Conclusiones

Se formuló una bebida con buena aceptabilidad y un alto potencial antioxidante a base de la mezcla de pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu.

Se determinaron las proporciones óptimas de pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu para obtener una bebida con alto poder antioxidante. Esto se logró empleando un diseño experimental de mezclas donde las proporciones óptimas para la

bebida fueron de 75% de pulpa de guanábana, 20% de jugo de granadilla y 5% de jugo de Camu camu, que fue el Tratamiento 1.

Se determinó la actividad antioxidante de la bebida óptima, elaborada a base de pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu. Obteniendo como resultados 104.46 mgAG/100 ml en Polifenoles, 72.5 mgAA/100 ml en Vitamina C, 609.46 uMolET/100 ml de jugo capacidad Antioxidante con el método ABTS+, y con una capacidad de inhibición del radical DPPH (ICI) de 2.89 uMol DPPH/ ml de bebida.

Se evaluó el grado de aceptabilidad sensorial de la bebida óptima elaborada a base de pulpa de guanábana, jugo de granadilla y jugo de camu camu. Para esto se empleó una escala hedónica de 1 a 9 con el propósito de medir el grado de sus atributos sensoriales, siendo los resultados promedios: Color (7.37), Sabor (7.41), Acidez (7.26) y Aceptación (7.26), encontrándose dentro del nivel de agrado de los consumidores.

5.3. Recomendaciones

Realizar un estudio de vida útil y la evaluación sensorial durante el tiempo de vida, de manera que se pueda estimar si existe un cambio en la calidad organoléptica que puedan afectar el tiempo de vida del producto.

Realizar un plan de negocios para la evaluar la factibilidad del proyecto de investigación a una escala industrial, teniendo en cuenta la rentabilidad económica, viabilidad operativa y la sostenibilidad.

Realizar un proyecto de diseño de una planta industrial dedicado la elaboración de bebidas, que cuente con la capacidad instalada (infraestructura, equipos y maquinarias modernas, etc.) que permitan obtener una ventaja competitiva en el mercado.

Implementar programas pre requisitos (BPM y POES) y plan HACCP para garantizar la calidad e inocuidad del producto.

Seguir trabajando en la optimización del proceso de elaboración de la bebida, con el fin de que cada vez sea un mejor producto y pueda entrar a competir con los que existen en el mercado.

CAPITULO VI:

REFERENCIAS

- Abderrahim, F., Huanatico, E., Segura, R., Arribas, S., Gonzalez, , M. C., & Condezo-Hoyos,, L. (2015). Physical features, phenolic compounds, betalains and total antioxidant capacity of coloured quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) from Peruvian Altipla. *Food Chemistry*, 183(83-90). doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.029
- Acosta, J. O., & Terán, T. W. (2014). *Elaboración de una bebida funcional a base de cebada (*Hordeum vulgare*) y chocolate en polvo (*Theobroma cacao* L.), edulcorada con stevia en polvo (*Stevia rebaudiana* Bertoni)* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Acosta, R. C., & Díaz, B. J. (2016). *Evaluación composicional, capacidad antioxidante de pulpa y cáscara de la *Annona muricata* L. (*Guanábana*)* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.
- Adewole, S., & Caxton-Martins, E. (2006). Morphological Changes and Hypoglycemic Effects of *Annona Muricata* Linn. (Annonaceae) Leaf Aqueous Extract on Pancreatic -Cells of Streptozotocin-Treated Diabetic Rats. *African Journal of Biomedical Research*, 9(9), 27-31. doi:http://doi.org/10.4314/ajbr.v9i3.48903
- Altamirano, S. E. (2013). *Desarrollo de una bebida funcional elaborada a base de extracto de Muicle (*Justicia spicigera*)*. (Tesis programa educativo). Universidad Veracruzana, Xalapa, México.
- Alves, R., Almeida, H., Filgueiras, C., Hebster, F., Costa, N., & Silva, A. (2002). Camu-Camu (*Myrciaria dubia* Me Vaugh): A Rich Natural Source of Vitamin C. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.*, 46, 11-13.
- Andreyeva, T., Chaloupka, F., & Brownell, K. (2011). Estimating the potencial of taxes on Sugar-sweetened beverages to reduce consumption and generate revenue. *Preventive medicine*, 52, 413- 416. doi:doi:10.1016/j.ypmed.2011.03.013
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. 15th Edn. Association of Official Analytical Chemists. 981.12.

- AOAC. (1995). AOAC Official Methods of Analysis. 16th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Arango, T. (1975). “La guanábana”. *Esso Agrícola*, 21(2).
- Avilan, L., Leal, F., & Bautista, D. (1992). Manual de fruticultura. 2(1).
- Bailey, M. (1928). Cultivo de plantas tropicales y subtropicales. *Tolima: Cyclopedia*.
- Benzie, F., & Strain, J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76.
- Berto, D. (2003). Bebidas ñao alcoólicas- Apelo “saudável” impulsiona consumo. *Food Imgredients*, 24, 32-34.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., & Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 22, 25-30.
- Brenneisen, P., Steinbrenner, H., & Sies, H. (2005). Selenium, oxidative stress, and health aspects. *Molecular Aspects of Medicine*, 4, 256-267.
- Brito, B., Espín, S., Villacrés, E., Vaillant, F., Medina, G., & Picho, L. (2008). *Granadilla (Características físicas y nutricionales de la fruta importantes en la investigación y elaboración de pulpas, jugos, concentrados y postres*. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Nutrición y Calidad, Quito. Ecuador.
- Bustamante, B. (2015). *Desarrollo de una bebida funcional a base de extracto de Equisetum arvense “Cola de Caballo” edulcorado con stevia rebaudiana Bertoni “Stevia”*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez, Huacho, Perú.
- Cerdas, M., & Castro, J. (2003). Manual práctico para la producción, cosecha y manejo granadilla. *Ministerio de Agricultura Y Ganadería*.
- Codex Stan 247-2005. (2005). *Norma General del Codex para zumos (Jugos) y néctares de frutas*.
- Coronado, R. (2019). *Elaboración de una bebida con extracto de zanahoria (Daucus Carota) combinado con zumo de mandarina (Citrus reticulata) y naranja agria (citrus aurantium) y evaluación de su capacidad antioxidante*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.

- Correa, J., Ortiz, D., Larraondo, J., Sánchez, M., & Pachón, H. (2012). Actividad antioxidante en Guanábana (*Annona muricata* L.): Una revisión bibliográfica. *Bol. Latinoam. Carib. Plant. Med. Aromát.* 11: 111-126. *Bol. Latinoam. Carib. Plant. Med. Aromát.*, 11: 111-126.
- Cruz, M., Vieira, C., & Silva, L. (2007). Effect of heat and thermosonication treatments on watercress (*Nasturtium officinale*) vitamin C degradation kinetics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9(4), 483-488. doi:10.1016/j.ifset.2007.10.005
- De Souza, R., Benassi, E., Da Silva, R., Afonso, S., & Scarminio, I. (2009). Enhanced extraction yields and mobile phase separations by solvent mixtures for the analysis of metabolites in *Annona muricata* L. Leaves. *J. Sep. Sci* 32., *J. Sep. Sci*, 32, 4176–4185.
- Espinosa, D. S., Pérez, W. H., Hernández, M. S., Melgarejo, L. M., Miranda, D., Fischer, G., & Fernández-Trujillo, J. P. (2015). *Caracterización Fisicoquímica, Fisiológica y Bioquímica de Granadilla (Passiflora Ligularis Juss)*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Colombia.
- FAO. (2010). Small-scale food processing. A guide for appropriate equipment. Obtenido de <http://www.fao.org/WARRdocs/x543e/x543e00.htm#Contents>
- Fellows, P. (2000). *Tecnología del procesado de los alimentos: principios y prácticas* (Vol. 1). (Acribia, Ed.) Zaragoza, España.
- Flores, P. (1997). Cultivo de frutales nativos amazónicos. *Manual para el Extensionista*.
- Frazier, W. (1993). *Microbiología de los alimentos*. Zaragoza, España: Acribia.
- Galili, S., & Hovav, R. (2014). Determination of polyphenols, flavonoids, and antioxidant capacity in dry seeds. *Polyphenols in Plants*, 1, 305–323.
- García, C. (2007). *Elaboración de bebidas no convencionales*. (Tesis de pregrado). Instituto politécnico Nacional México, México.
- Griffiths, H., & Lunec, J. (2001). Ascorbic acid in the 21st century - more than a simple antioxidant. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 10(4), 173-182.
- Gülçin, I. (2012). Antioxidant activity of food constituents: an overview. *Archives of Toxicology*, 86(3), 345-391.

- Halliwel, B. (1995). Antioxidant characterization: Methodology and mechanism. *Biochemical Pharmacology*, 49(10), 1341-1348.
- Huang, D., Ou, B., & Prior R, R. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1841-1856.
- ICBF (Instituto Colombiano de Bienestar Familiar). (2005). *Tabla de Composición de Alimentos*. Obtenido de http://alimentoscolombianos.icbf.gov.co/alimentoscolombianos/consulta_alimento.asp
- Jeton, B. M. (2014). *Desarrollo de bebidas con potencial antioxidante y antirradicalario a partir de frutos Ecuatorianos*. (Tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca. Ecuador.
- Knasmüller, S., Nersesyan, A., Mišík, M., Gerner, C., Mikulits, W., Ehrlich, V., & Wagner, K. (2008). Use of conventional and-omics based methods for health claims of dietary antioxidants: a critical overview. 99. *British Journal of Nutrition*.
- kuskoski, M. (2004). Actividad antioxidante de pigmentos antocianos.
- Lako, J., Trenerry, V., Wahlqvist, M., Wattanapenpaiboon, N., Sotheeswaran, S., & Premier, R. (2007). Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit, vegetables and other readily available foods. *Food Chem*, 101: 1727-1741.
- Leboeuf, M., Cavé, A., Bhaumik, P., Mukherjee, B., & Mukherjee, R. (1980). The phytochemistry of the annonaceae. *Phytochemistry*, 21, 2783–2813.
- Llancari, A., & Matos, A. (2011). Valoración de los nutrientes y antioxidantes en la salud humana e industria alimentaria. Lima, Perú: I Congreso Nacional de Investigación.
- Maeda, R., Pantoja, L., Yuyama, L., & Chaar, J. (2007). Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) McVaugh). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 27(2). doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612007000200>
- Magalhães, L. M., Santos, F., Segundo, M. A., Reis, S., & Lima, J. L. (2010). Rapid microplate high-throughput methodology for assessment of Folin-Ciocalteu reducing capacity. *Talanta*, 83(2). *Talanta*, 83(2), 441 - 447. doi:10.1016/j.talanta.2010.09.042

- Mariñas, M. A. (2011). *Tratamiento ultrasónico de pulpa de camu camu (Myrciaria dubia Mc Vaugh), y estudio de sus componentes bioactivos*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.
- Márquez, C. J. (2009). *Caracterización fisiológica, fisicoquímica, reológica, nutracéutica, estructural y sensorial de la guanábana (Annona muricata L cv. Elita)*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Martínez-Carrera, D., Curvetto, N., Morales, P., & Mora, V. (2010). Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción-consumo de los hongos comestibles y medicinales en Latinoamérica. México.
- Miller, N. (1993). Novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical science*, 84, 407-412.
- Mishra, S., Ahmad, S., Kumar, N., & Sharma, B. (2013). Annona muricata (the cancer killer). *Glob. J. Pharm*, 2, 1613–1618.
- Muñoz, A., Ramos-Escudero, F., Alvarado, C., Castañeda, B., & Lizaraso, F. (2009). Evaluación de compuestos con actividad biológica en cáscara de camu camu (*Myrciaria dubia*), guinda (*Prunus serotina*), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) y carambola (*Averrhoa carambola L.*) cultivadas en Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73(4), 431-438.
- N.T.P. 0085/2011. (2011). Productos Naturales. Camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh). Definiciones, clasificación y requisitos.
- Niki, E. (2010). Assessment of Antioxidant Capacity in vitro and in vivo. *Free Radical Biology and Medicine*, 49(4), 503-515.
- Núñez, A. (2011). Terapia antioxidante, estrés oxidativo y productos antioxidantes: retos y oportunidades. *Cubana Salud Pública*, 37 (suppl.): 644-60.
- Osorio, M. V., Escobar, A. C., Zuluaga, P. J., & Lozano, U. F. (2001). El cultivo del camu camu *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc. Vaugh. Manejo y utilización. *Corporación colombiana de investigación agropecuaria Regional 10*.

- Pérez, J., & Saura, C. (2007). Metodología para la evaluación de capacidad antioxidante en frutas y hortalizas. *Instituto del Frío, CSIC. V congreso Iberoamericano de tecnología postcosecha y agroexportaciones.*
- Prior, R., Wu, x., & Schaich, k. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4290-4302.
- Quintanar, M., & Calderón, J. (2009). La capacidad antioxidante total. Bases y Aplicaciones. *Revista de Educación Bioquímica*, 28(3), pp. 89-101.
- Ramírez, A. C., & Pérez, H. Y. (2018). *Elaboración de una bebida Funcional a base de a base de Melón “Cucumis melo”, Maracuyá “Passiflora edulis”, y Pimiento “Capsicum annum”* Universidad Nacional José Faus. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.
- Ramírez, A., & Pacheco de Delahaye, E. (2011). Composición química y compuestos bioactivos presentes en pulpas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*, 36(1), pp. 71-75.
- Reyes, A., Galicia, M., & Carrillo, M. (2011). Antioxidantes: la magia de lo natural. *Tlatemoani*, (8): 1-16.
- Salas, N., Estrada, E., Lengua, R., Pino, J., Alvis, R., Bazán, D., & Osorio, A. (2009). Proceso para obtener bebida nutracéutica a partir de Myrciaria dubia (Camu Camu), orientado a reducir efecto genotóxico en niños de edad escolar. *Per. Ing Química*, 12(2), pp. 34-41.
- Salgado, N., Ramirez, M., Rojas, S., Beltran, Y., & Orrego, C. (2012). Polifenoles en tres accesiones de Camu Camu (Myrciaria dubia). *Vitae*, 19(1), S360-S362.
- Sies, H. (1997). Oxidative stress: oxidants and antioxidants. *Experimental Physiology*, 82(2), 291-295.
- Singleton, V., & Rossi, J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolmolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Somogyi, A., Rosta, K., Pusztai, P., Tulassay, Z., & Nagy, G. (2007). Antioxidant measurements. *Physiological Measurement*, 28(4), R41.

- Vásquez, M. R. (1997). Florula de las Reservas Biológicas de Iquitos, Perú. Allpahuayo - Mishana. *Missouri Botanical Garden*, 1046.
- Villachica, L., Araméndiz, H., Luz, E., Jara, V., Nuñez, E., Campos, T., & Gonzáles, R. (1996). El cultivo del camu camu (*Myrciaria dubia* HBK Mc Vaugh) en la Amazonía Peruana (No. F01-50). *Tratado de Cooperación Amazonia, Secretaria Pro-Tempore*.
- Vit, P., De Santiago, B., & Pérez, E. (2014). Composición química y actividad antioxidante de pulpa, hoja y semilla de guanábana *Annona muricata* L. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*. ISSN 0378-1844, 39(5), 350-353.
- Wilson, T., & Temple, J. N. (2004). Beverages in nutrition and health. *Humana Press*.
- Young, I. S., & Woodside, J. V. (2001). Antioxidants in health and disease. *J Clin Pathol*, 54:176-85.
- Yu , & Bogue. (2013). Concept optimization of fermented functional cereal beverages. *British Food Journal*, 115(4), 541-563. doi:doi: 10.1108/00070701311317838
- Zamora, J. (2007). Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. *Chil Nutr.*, 34 (1): 17-26.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de evaluación sensorial

EVALUACIÓN SENSORIAL DE BEBIDA DE GUANABANA. GRANADILLA Y CAMU CAMU

NOMBRE EVALUADOR:

Pruebe cada una de las 4 muestras codificadas y marque "X" a su juicio según la escala en cada muestra una a la vez.

Fecha: / / 2016

COLOR	MUESTRAS			
ESCALA	123	231	321	132
Muy aceptable				
Bastante aceptable				
Moderado				
Levemente aceptable				
Color ni oscuro ni aceptable				
Levemente oscuro				
Moderadamente oscuro				
Muy oscuro				
extremadamente oscuro				

SABOR	MUESTRAS			
ESCALA	123	231	321	132
Muy agradable				
Bastante agradable				
Moderadamente agradable				
Levemente agradable				
sabor moderado				
Levemente desagradable				
Moderadamente desagradable				
Muy desagradable				
Extremadamente desagradable				

ACIDEZ	MUESTRAS			
ESCALA	123	231	321	132
Acidez muy aceptable				
Acidez aceptable				
Acidez regular y aceptable				
Regular acidez				
Moderadamente ácido				
Ligeramente ácido				
Muy ácido				
Demasiado ácido				
intensamente ácido				

ACEPTABILIDAD	MUESTRAS			
ESCALA	123	231	321	132
Me gusta extremadamente				
Me gusta mucho				
Me gusta moderadamente				
Me gusta levemente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Me disgusta levemente				
Me disgusta moderadamente				
Me disgusta mucho				
Me disgusta extremadamente				

Anexo 2. Resultados de los panelistas en la Evaluación Sensorial de las bebidas

PANELISTA	123				456				789				246				357			
	COLOR	SABOR	ACIDEZ	ACEPTACIÓN	COLOR	SABOR	ACIDEZ	ACEPTACIÓN	COLOR	SABOR	ACIDEZ	ACEPTACIÓN	COLOR	SABOR	ACIDEZ	ACEPTACIÓN	COLOR	SABOR	ACIDEZ	ACEPTACIÓN
1	7	5	8	5	6	7	7	6	8	8	8	7	4	4		5	8	9	5	7
2	8	7	7	8	7	5	6	5	9	9	9	9	6	3	4	3	8	8	7	8
3	8	8	9	8	8	9	8	9	8	7	4	6	3	5	3	6	3	5	2	3
4	9	9	8	9	8	8	9	8	6	7	7	6	5	5		4	7	6	5	7
5	7	7	8	7	6	6	8	8	7	8	9	8	7	2	4	2	8	7	9	8
6	8	8	7	8	6	7	5	6	7	5	4	6	5	3	2	3	5	4	3	2
7	8	7	5	7	8	8	8	8	8	8	4	8	8	3	3	3	7	8	8	8
8	7	6	5	5	7	4	6	6	7	5	6	7	8	2	3	2	7	7	7	7
9	7	8	8	8	8	8	7	7	6	6	6	5	4	3	3	2	7	5	5	4
10	7	8	8	7	4	7	8	8	4	8	7	7	5	6	4	6	8	8	8	8
11	7	8	6	8	4	4	3	4	5	6	5	6	6	3	2	3	8	7	4	7
12	7	7	8	7	6	6	5	5	5	4	3	2	4	4	2	2	5	3	2	2
13	7	5	3	4	7	6	5	6	6	4	4	5	7	4	2	4	7	5	3	4
14	8	7	8	7	8	6	4	5	8	5	4	4	8	3	3	3	8	4	4	4
15	8	6	7	6	7	5	8	5	7	6	8	6	6	4	5	4	7	7	8	7
16	7	8	3	7	7	7	4	6	7	6	6	5	7	3		2	7	6	4	5
17	8	8	7	8	9	9	9	9	7	8	8	8	6	3	4	3	6	9	7	7
18	6	9	8	9	9	6	9	7	8	6	9	6	3	2	2	2	5	7	8	8
19	8	6	4	6	7	7	7	7	7	5	3	5	6	2	5	2	6	2	4	3
20	8	8	9	8	6	7	8	6	6	4	7	6	7	2	2	2	7	3	3	3
21	7	5	9	8	7	6	8	8	6	6	8	7	6	4		5	7	5	7	5
22	6	9	9	8	8	8	7	7	9	9	7	9	8	2	2	2	5	4	8	6
23	6	6	8	6	7	5	7	7	8	8	7	7	7	3	3	4	5	5	6	8
24	8	9	8	7	8	7	8	7	9	6	5	5	8	4	5	2	8	9	7	8
25	7	9	9	8	8	8	8	8	9	9	8	7	6	6	5	5	5	7	6	6
26	7	9	8	8	8	6	5	5	7	5	6	4	8	3	4	2	9	6	5	6
27	8	8	9	9	8	6	8	5	8	6	8	5	9	4	3	3	8	7	7	7
PROM	7.37	7.41	7.26	7.26	7.11	6.59	6.85	6.59	7.11	6.44	6.30	6.15	6.19	3.41	3.26	3.19	6.70	6.04	5.63	5.85
D.E	0.74	1.31	1.79	1.26	1.25	1.34	1.68	1.37	1.31	1.58	1.90	1.59	1.64	1.15	1.10	1.30	1.41	1.93	2.06	2.03
C.V%	10.06	17.67	24.64	17.34	17.59	20.29	24.52	20.72	18.43	24.47	30.14	25.80	26.54	33.82	33.62	40.88	21.02	31.99	36.59	34.73

Anexo 3. Protocolo para la determinación de Polifenoles totales

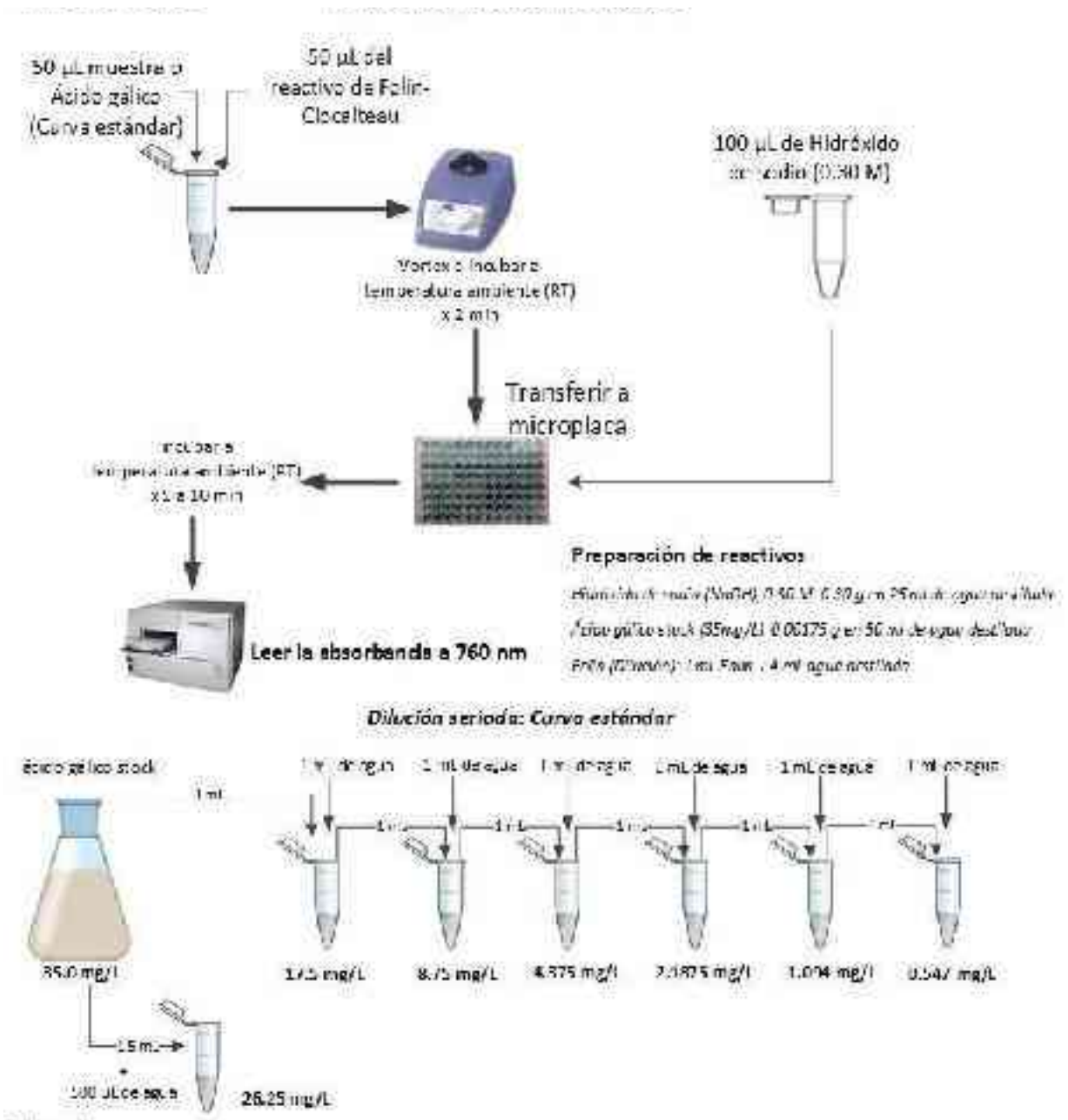


UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION – HUACHO

PROYECTO DE INVESTIGACION FOCAM

FORMULACION DE BEBIDAS FUNCIONALES CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE A BASE DE FRUTAS Y VERDURAS

POLIFENOLES TOTALES

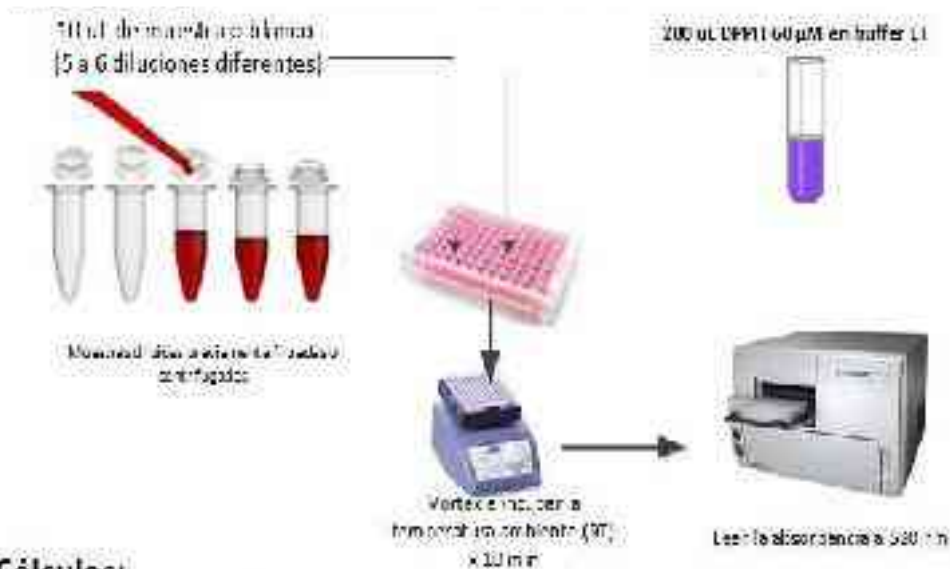


Referencia

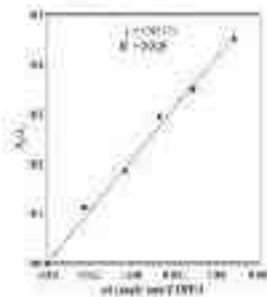
Magalhães, L.M., Santos, F., Segundo, M.A., Reis, S., Lima, J.L.F.C. (2010). Rapid microplate high throughput methodology for assessment of Folin-Ciocalteu reduction capacity. *Talanta* 53(2), 111-117.



CAPACIDAD ANTIOXIDANTE - SCI



Cálculos:



Eje X = concentración de DPPH (µM)
Eje Y = porcentaje de inhibición
Control = 10 µl Buffer LI = 200 µl DPPH 60 µM

Pendiente = 0.0015 (ICI)
ICI = índice de Capacidad de Inhibición
(mMol DPPH/mL muestra)

Preparación de reactivos

Buffer Tris-HCl (20 mM pH = 7.5):
Wg Tris base = 0.6308 g --- disolver en 20 mL de agua --- ajustar el pH a 7.5 con HCl --- ajustar el volumen a 25 mL en una flaca

Buffer EtOH: Mezclar buffer Tris-HCl (20 mM pH = 7.5) con Etanol (4:1 v/v)

DPPH stock 10 mM: 0.1250 g --- disolver en etanol --- ajustar el volumen a 1 mL en una flaca



Referencia

Leira Barbeiro, J., San M. Álvarez, M. Carmen González. "Antioxidant Capacity Food Chemistry, Volume 141, issue 1, 15 November 2011, pages 616-624"

Anexo 6. Protocolo para la determinación del contenido de vitamina C, por método de indofenol

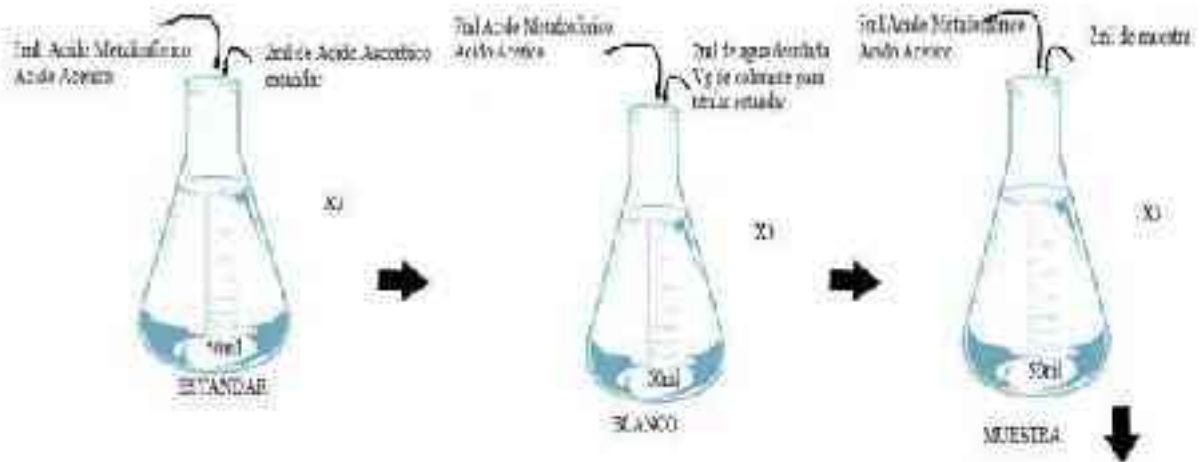


UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRION – HUACHO

PROYECTO DE INVESTIGACION FOCAM

FORMULACION DE BEBIDAS FUNCIONALES CON CAPACIDAD ANTIOXIDANTE A BASE DE FRUTAS Y VERDURAS

VITAMINA C



Calculo de acido ascorbico contenido en la muestra:

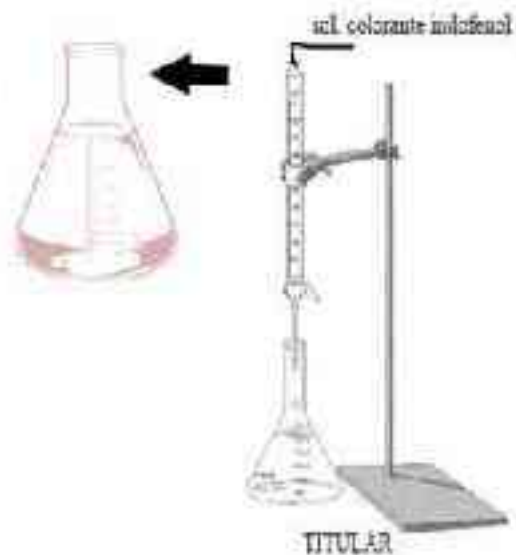
$$\frac{\text{mg Acido ascorbico}}{\text{ml}} = (N-D) X (T/E)$$

X = volumen gastado promedio en la titulacion de la muestra

D = Volumen gastado promedio en la titulacion del blanco

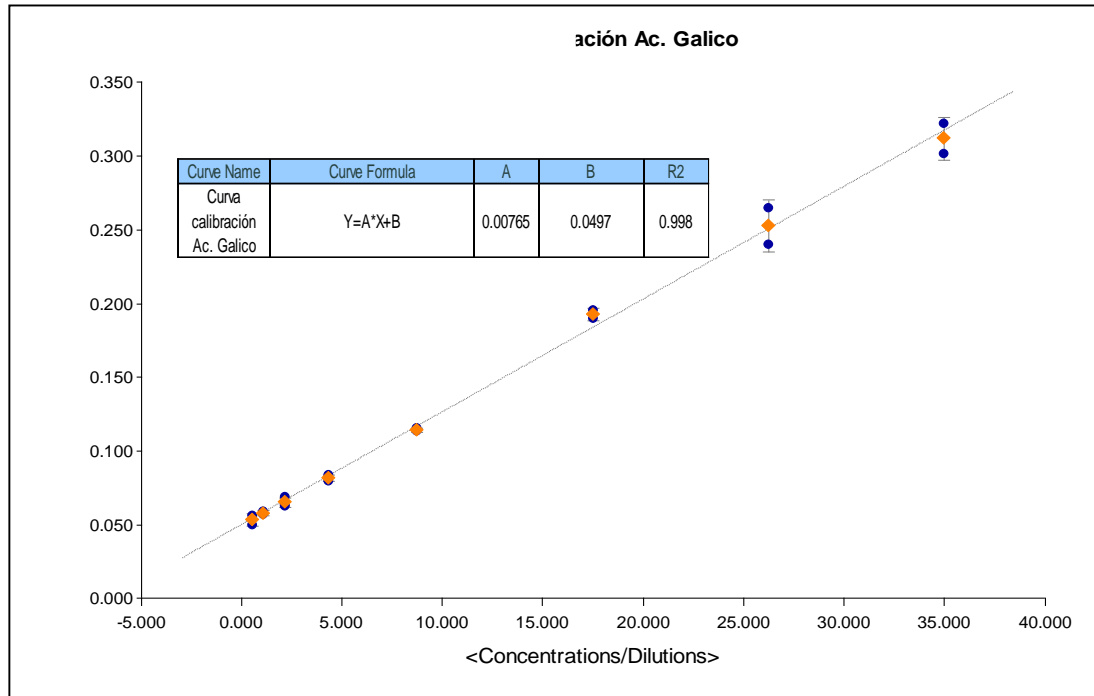
T = titulo del colorante (mg Acido ascorbico equivalente a 1ml de sol. patron de indofenol)

E = ml de muestra

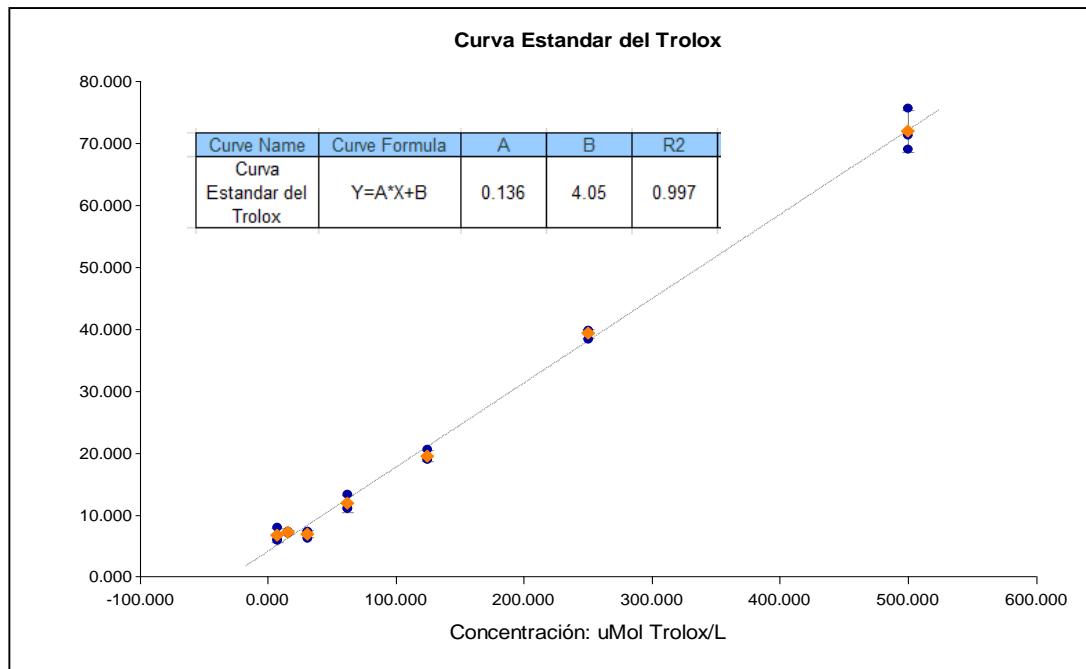


Anexo 7. Curva de Calibración de Polifenoles Totales y ABTS+

Curva de Calibración de Polifenoles



Curva de Calibración de ABTS+



Anexo 8. ANOVA del modelo lineal de las respuestas en el diseño de mezcla

ANOVA for Linear model

Response 1: pH

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Model	0.0810	2	0.0405	27.45	0.0352 significant
¹ Linear Mixture	0.0810	2	0.0405	27.45	0.0352
Residual	0.0030	2	0.0015		
Cor Total	0.0840	4			

Final Equation in Terms of Real Components

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \\ &+0.422157 \text{ Camu camu} \\ &+3.80255 \text{ Guanabana} \\ &+4.50843 \text{ Granadilla} \end{aligned}$$

ANOVA for Linear model

Response 2: °Brix

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Model	0.8300	2	0.4150	8.47	0.1056 not significant
¹ Linear Mixture	0.8300	2	0.4150	8.47	0.1056
Residual	0.0980	2	0.0490		
Cor Total	0.9280	4			

¹ Inference for linear mixtures uses Type I sums of squares.

Final Equation in Terms of Real Components

$$\begin{aligned} \text{°Brix} &= \\ &+1.00333 \text{ Camu camu} \\ &+6.33667 \text{ Guanabana} \\ &+14.33667 \text{ Granadilla} \end{aligned}$$

ANOVA for Linear model

Response 3: Color

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Model	0.6411	2	0.3206	2.95	0.2532 not significant
¹ Linear Mixture	0.6411	2	0.3206	2.95	0.2532
Residual	0.2174	2	0.1087		

Cor Total 0.8585 4

¹ Inference for linear mixtures uses Type I sums of squares.

Final Equation in Terms of Real Components

Color =
-3.06000 Camu camu
+8.16083 Guanabana
+6.93918 Granadilla

ANOVA for Linear model

Response 4: Sabor

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Model	5.20	2	2.60	1.28	0.4378 not significant
¹ Linear Mixture	5.20	2	2.60	1.28	0.4378
Residual	4.05	2	2.03		
Cor Total	9.25	4			

¹ Inference for linear mixtures uses Type I sums of squares.

Final Equation in Terms of Real Components

Sabor =
-22.07268 Camu camu
+9.04167 Guanabana
+7.56497 Granadilla

ANOVA for Linear model

Response 5: Acidez

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Model	5.53	2	2.77	2.86	0.2592 not significant
¹ Linear Mixture	5.53	2	2.77	2.86	0.2592
Residual	1.93	2	0.9675		
Cor Total	7.47	4			

¹ Inference for linear mixtures uses Type I sums of squares.

Final Equation in Terms of Real Components

Acidez =

-22.53073 Camu camu
 +8.56249 Guanabana
 +9.08672 Granadilla

ANOVA for Linear model

Response 6: Aceptacion

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Model	5.80	2	2.90	1.48	0.4036 not significant
¹ Linear Mixture	5.80	2	2.90	1.48	0.4036
Residual	3.92	2	1.96		
Cor Total	9.72	4			

¹ Inference for linear mixtures uses Type I sums of squares.

Final Equation in Terms of Real Components

Aceptacion =
 -23.48466 Camu camu
 +8.61522 Guanabana
 +8.61946 Granadilla

ANOVA for Linear model

Response 7: Polifenoles

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Model	7.128E+05	2	3.564E+05	6.57	0.1320 not significant
¹ Linear Mixture	7.128E+05	2	3.564E+05	6.57	0.1320
Residual	1.084E+05	2	54204.01		
Cor Total	8.212E+05	4			

¹ Inference for linear mixtures uses Type I sums of squares.

Final Equation in Terms of Real Components

Polifenoles =
 +12052.12211 Camu camu
 +268.93406 Guanabana
 +1436.81575 Granadilla

ANOVA for Linear model

Response 8: Cap. Anti.

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value
Model	1.54	2	0.7681	5.88	0.1453 not significant
¹ Linear Mixture	1.54	2	0.7681	5.88	0.1453
Residual	0.2612	2	0.1306		
Cor Total	1.80	4			

¹ Inference for linear mixtures uses Type I sums of squares.

Final Equation in Terms of Real Components

Cap. Anti. =

+4.25637 Camu camu

+6.31270 Guanabana

-9.57640 Granadilla

Anexo 9. Resultado de la función deseabilidad para la bebida optima

Constraints

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
A:Camu camu	is in range	5	12.5	1	1	3
B:Guanabana	is in range	65	75	1	1	3
C:Granadilla	is in range	20	30	1	1	3
pH	none	3.51	3.85	1	1	3
°Brix	none	7.2	8.4	1	1	3
Color	none	6.186	7.3704	1	1	3
Sabor	maximize	3.407	7.4074	1	1	3
Acidez	none	3.778	7.2593	1	1	3
Aceptación	maximize	3.185	7.2593	1	1	4
Polifenoles	is in range	1026.15	2189.85	1	1	3
Cap. Anti.	maximize	1.4599	2.9233	1	1	5

Solutions

1 Solutions found (T6=T1)

Number	Camu camu	Guanabana	Granadilla	pH	°Brix	Color	Sabor	Acidez	Aceptacion	Polifenoles	Cap. Anti.	Desirability
1	5.000	75.000	20.000	3.775	7.670	7.355	7.191	7.113	7.011	1091.670	3.055	0.966 Selected

Anexo 10. Prueba Tukey de Polifenoles vs. Tratamiento

Tratamiento	Polifenoles (mg EAG/g muestra)
T1	102.61±3.20 ^c
T2	125.49±12.31 ^c
T3	160.81±6.13 ^b
T4	218.98±3.18 ^a
T5	177.11±13.30 ^b

ANOVA de un solo factor: Polifenoles vs. Tratamiento

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia = 0.05

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles Valores
Tratamiento	5 1, 2, 3, 4, 5

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	24634.8	6158.69	79.68	0.000
Error	10	772.9	77.29		
Total	14	25407.7			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
8.79165	96.96%	95.74%	93.16%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	3	102.61	3.20	(91.31, 113.92)
2	3	125.49	12.31	(114.18, 136.80)
3	3	160.81	6.13	(149.51, 172.12)
4	3	218.98	3.18	(207.68, 230.29)
5	3	177.11	13.30	(165.80, 188.42)

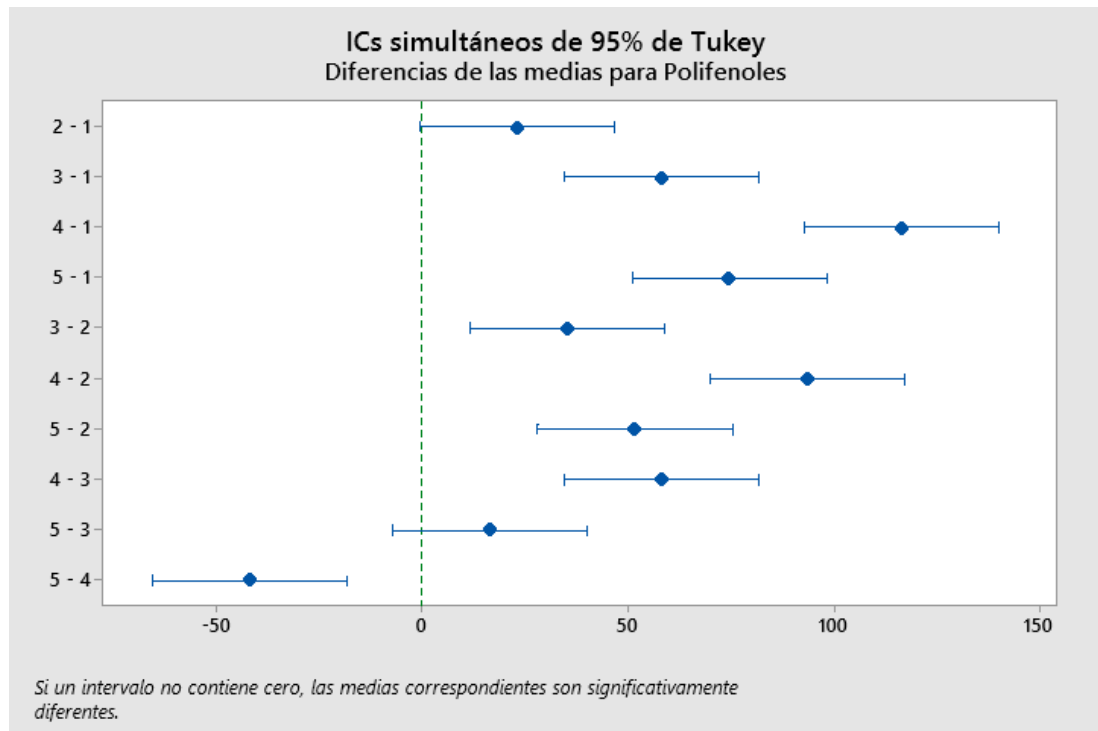
Desv.Est. agrupada = 8.79165

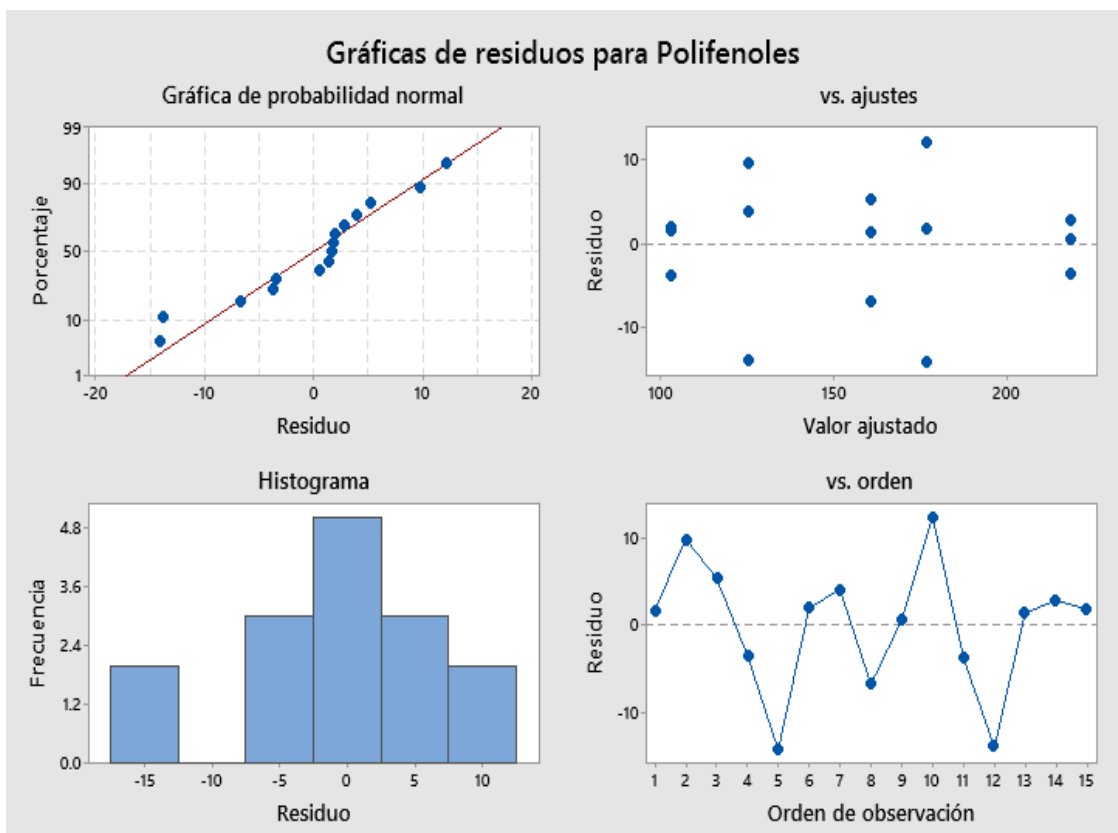
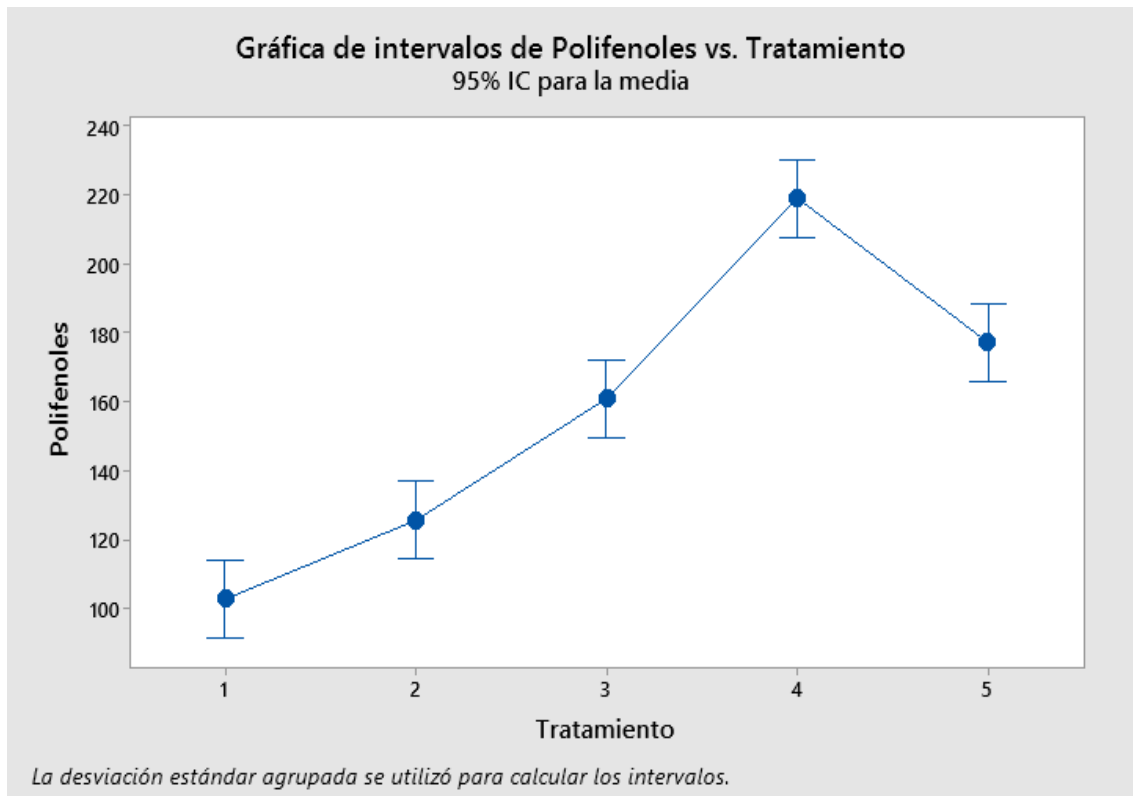
Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
4	3	218.98	A
5	3	177.11	B
3	3	160.81	B
2	3	125.49	C
1	3	102.61	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.





Anexo 11. Prueba Tukey de Capacidad Antioxidante vs. Tratamiento

Tratamiento	Capacidad antioxidante (uMol DPPH/g muestra)
T1	2.89±0.03 ^a
T2	1.39±0.08 ^c
T3	2.85±0.08 ^a
T4	2.97±0.05 ^a
T5	2.20±0.18 ^b

ANOVA de un solo factor: Cap. Antioxidante vs. Tratamiento

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia = 0.05

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles Valores
Tratamiento	5 1, 2, 3, 4, 5

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	5.3922	1.34806	130.30	0.000
Error	10	0.1035	0.01035		
Total	14	5.4957			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.101715	98.12%	97.36%	95.76%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	3	2.8886	0.0277	(2.7578, 3.0195)
2	3	1.3934	0.0816	(1.2626, 1.5242)
3	3	2.8448	0.0836	(2.7139, 2.9756)
4	3	2.9686	0.0542	(2.8378, 3.0994)
5	3	2.197	0.185	(2.066, 2.328)

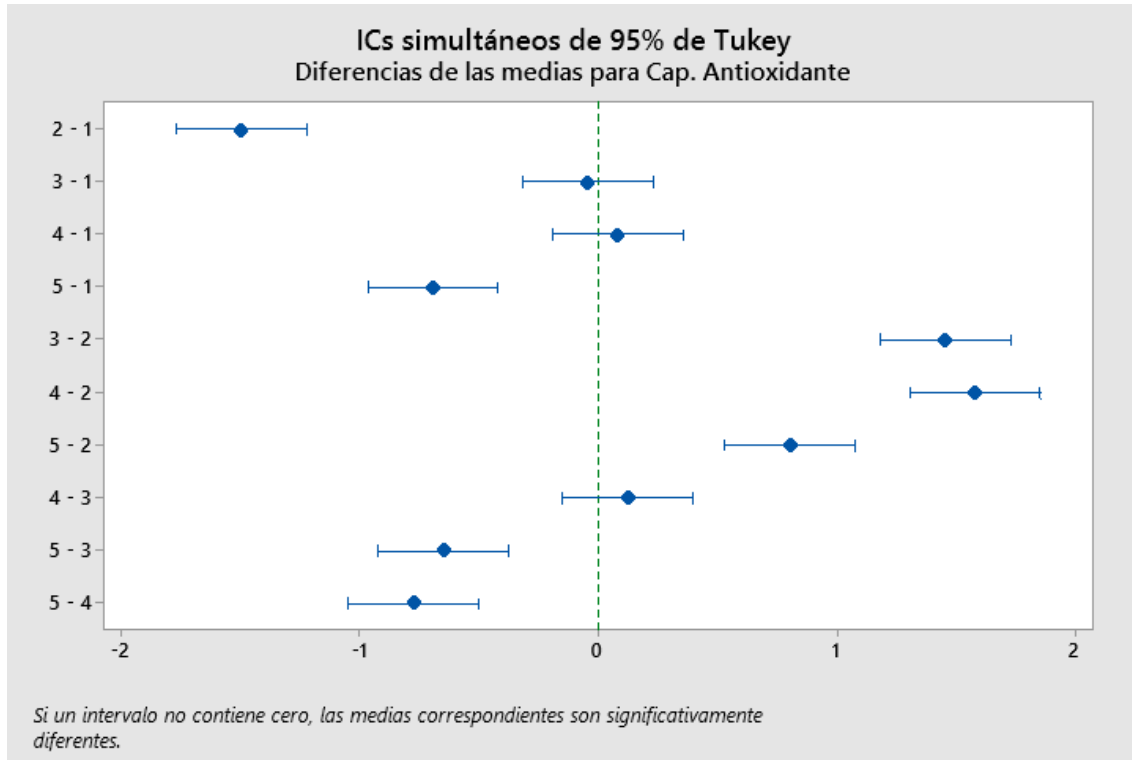
Desv.Est. agrupada = 0.101715

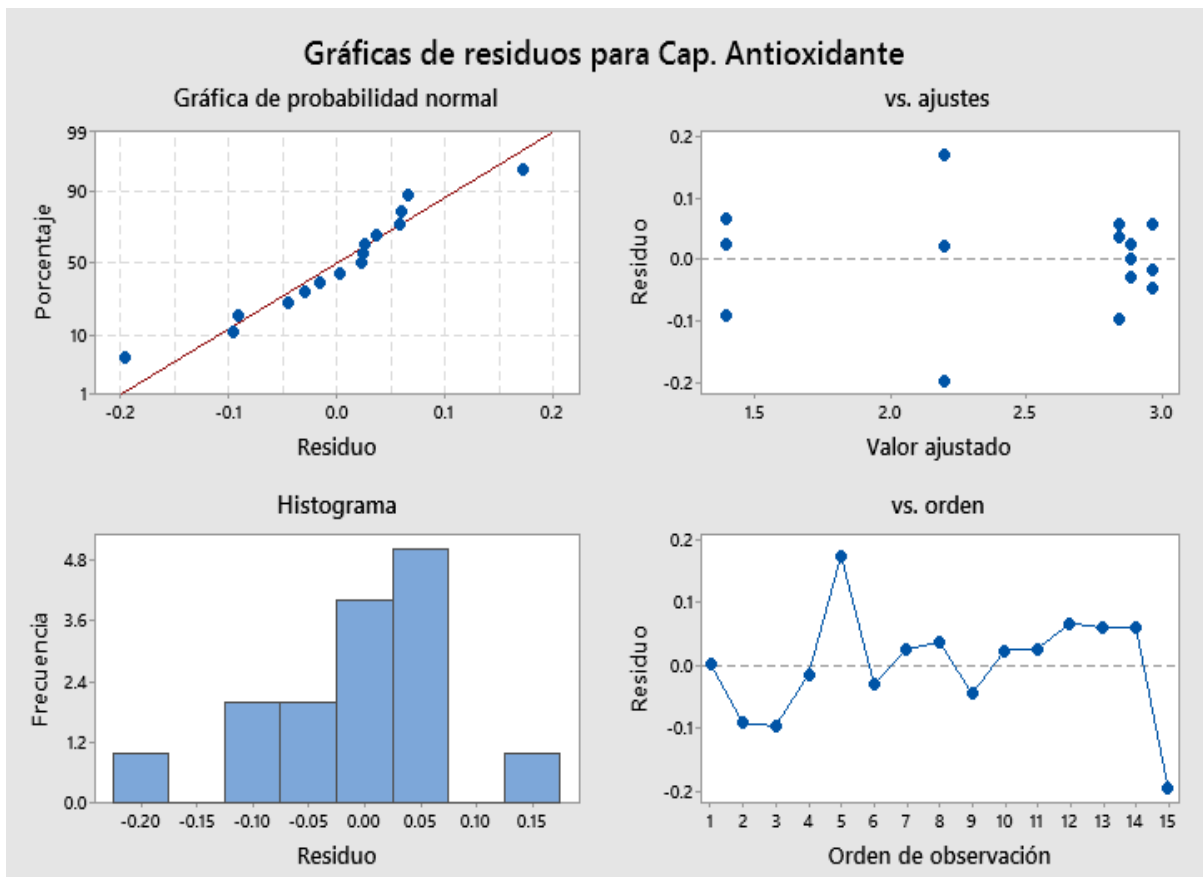
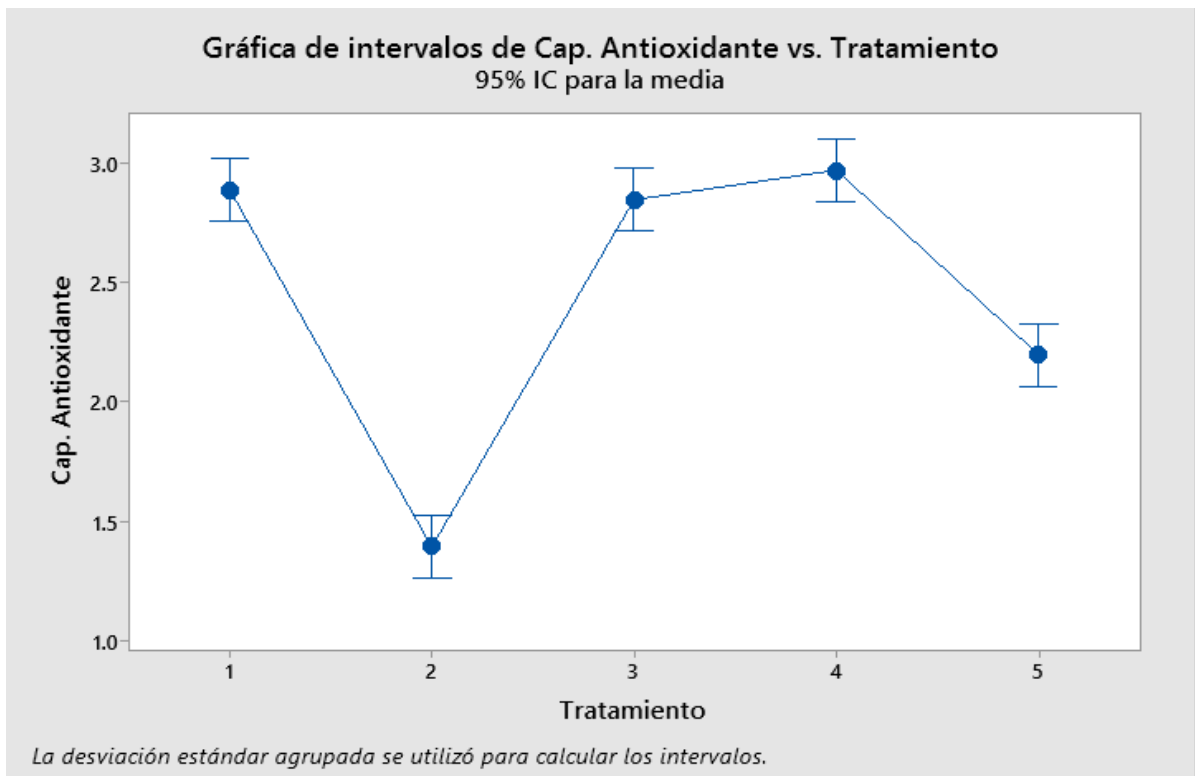
Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
4	3	2.9686	A
1	3	2.8886	A
3	3	2.8448	A
5	3	2.197	B
2	3	1.3934	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.





Anexo 12. Imágenes de elaboración de la bebida funcional

