

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TESIS PARA TITULO PROFESIONAL

**OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE
AGUA DE ARROZ (*Oryza sativa* L), SABORIZADA CON
MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) Y EDULCORADA CON STEVIA
(*Stevia rebaudiana*).**

**PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ELABORADO POR
FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ EDINSON**

**TINGO MARÍA – PERÚ
2021**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Carretera Central Km. 1.21. Teléfono (062) 561385
Apartado Postal 156 Tingo María E.mail; fia@unas.edu.pe

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia".

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 001-2021

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público en forma virtual a las 18:00 horas del día 23 de febrero del 2021, en el equipo: Sustentación de Tesis de Pregrado FIIA UNAS en la Plataforma Ms Teams, para calificar la tesis presentada por el Bach. FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ EDINSON, titulada:

OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE AGUA DE ARROZ (*Oryza sativa* L), SABORIZADA CON MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) Y EDULCORADA CON STEVIA (*Stevia rebaudiana*)

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **BUENO**; en consecuencia, el sustentante, queda apto para obtener el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**, de conformidad con el artículo 45° numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 132 inciso "k" y 135 inciso "f" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 23 de febrero del 2021

Ing. Alfredo Carmona Ruiz
Presidente

Dr. Roberto Davila-Trujillo
Miembro

Ing. Milagros Follegati Romero
Miembro

Ing. Víctor E Condori Rondan
Asesor

Ing. Yolanda J Ramírez Trujillo
Asesora

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Facultad : Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

Título de Tesis : OBTENCION Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL DE AGUA DE ARROZ (*Oryza sativa* L), SABORIZADA CON MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) Y EDULCORADA CON STEVIA (*Stevia rebaudiana*).

Autor : Bach. Fernández Rodríguez Edinson

Asesores de Tesis : Ing. Msc Ramírez Trujillo, Yolanda Jesús.
Ing. Msc. Condori Roldan, Víctor Elvis

Escuela Profesional : Ingeniería en Industrias Alimentarias.

Programa de Investigación : Ingeniería de alimentos.

Línea (s) de Investigación : Procesos en la Ingeniería de los Alimentos.

Eje temático de investigación : Diseño y Desarrollo de Nuevos Alimentos

Lugar de Ejecución : Laboratorios de la FIIA-UNAS.

Duración : **Fecha de Inicio** : octubre 2019
Término : diciembre del 2020

Financiamiento :

FEDU : NO

Propio : 2500.00

Otros : NO

DEDICATORIA

A mis queridos padres: **NILSON FERNÁNDEZ CALDERÓN y MIRTA ISABEL RODRÍGUEZ TUESTA**, por su apoyo incondicional, por sus valores inculcados y por acompañarme en mi formación profesional

A mis hermanos: **ADRIANA y JUAN DAVID** por ser mi motivo e inspiración para ser cada día mejor, por su cariño, por creer en mí en todo momento, por darme la oportunidad de ser su ejemplo a seguir.

A mis queridos abuelos que descansan en la eternidad: **BUENAVENTURA y MARÍA MAGNA** quienes partieron al sueño eterno, pero no dejaron de acompañarme siempre en mi camino día a día.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, la inteligencia y el coraje necesario para culminar satisfactoriamente este trabajo de investigación, a mis queridos padres **NILSON** y **MIRTA** por su apoyo incondicional.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por ser hogar de mi formación como profesional, a la facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, docentes y administrativos, por haberme compartido sus conocimientos y facilitado todas las herramientas requeridas para mi formación profesional.

A la Ing. Msc. Ramírez Trujillo, Yolanda Jesús, al Ing. Msc. Condori Rondan, Victor Elvis, asesores de tesis por su invaluable colaboración, gracias por sus orientaciones y por hacer posible el desarrollo de este trabajo de investigación.

A los jurados de tesis: Ing. Msc. Alfredo Abelardo Carmona Ruiz (presidente), a la Ing. Msc. Milagros Follegati Romero (Miembro) y al Dr. Roberto Dávila Trujillo (Miembro) por sus orientaciones.

Al Sr. Miguel Bertil Bustamante Saavedra por su apoyo.

Edinson Fernández Rodríguez

ÍNDICE GENERAL

| | Página |
|---|--------|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1. Antecedentes | 3 |
| 2.2. Aspectos generales del arroz..... | 4 |
| 2.2.1. Origen y distribución geográfica..... | 4 |
| 2.2.2. Clasificación taxonómica..... | 4 |
| 2.2.3. Composición química del grano de arroz | 5 |
| 2.2.4. Producción y consumo de arroz en el Perú | 5 |
| 2.3. Aspectos generales del maracuyá | 6 |
| 2.3.1. Origen y distribución geográfica..... | 6 |
| 2.3.2. Clasificación taxonómica..... | 7 |
| 2.3.3. Composición química de la pulpa de maracuyá..... | 7 |
| 2.3.4. Importancia y consumo | 8 |
| 2.4. Aspectos generales de la Stevia..... | 9 |
| 2.4.1. Origen y distribución geográfica..... | 9 |
| 2.4.2. Clasificación taxonómica..... | 9 |

| | |
|--|----|
| 2.4.3. Usos de la Stevia | 9 |
| 2.5. Bebidas funcionales | 10 |
| 2.5.1. Definición | 10 |
| 2.5.2. Clasificación de las bebidas funcionales | 11 |
| 2.5.3. Consumo e importancia | 12 |
| 2.6. Antioxidantes | 13 |
| 2.6.1. Definición | 13 |
| 2.6.2. Principales clases de antioxidantes | 13 |
| 2.6.4. Vitaminas con actividad antioxidante y sus fuentes alimentarias.. | 15 |
| 2.7.1. Capacidad antioxidante: DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo)..... | 17 |
| 2.8. Evaluación sensorial en alimentos | 17 |
| III. MATERIALES Y METODOS..... | 19 |
| 3.1. Lugar de ejecución..... | 19 |
| 3.2. Materia prima | 19 |
| 3.3. Equipos, materiales y reactivos | 20 |
| 3.3.1. Equipos de laboratorio | 20 |
| 3.3.2. Materiales de laboratorio..... | 20 |
| 3.3.3. Reactivos | 21 |
| 3.4. Métodos de análisis | 21 |
| 3.4.1. Caracterización fisicoquímica..... | 21 |
| 3.4.2. Evaluación de la actividad antioxidante | 22 |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.4.3. | Evaluación sensorial | 22 |
| 3.4.4. | Análisis microbiológico..... | 22 |
| 3.5. | Metodología experimental..... | 23 |
| 3.5.1. | Caracterización química del arroz..... | 23 |
| 3.5.2. | Obtención del agua de arroz..... | 23 |
| 3.5.3. | Obtención de la pulpa de maracuyá..... | 24 |
| 3.5.4. | Caracterización fisicoquímica de la pulpa de maracuyá | 25 |
| 3.5.5. | Evaluación de la actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá | 25 |
| 3.5.6. | Elaboración de la bebida a base de agua de arroz saborizada con maracuyá y edulcorada con estevia..... | 26 |
| 3.5.7. | Evaluación de la actividad antioxidante de la bebida | 27 |
| 3.5.8. | Evaluación sensorial | 30 |
| 3.5.9. | Caracterización fisicoquímica de la bebida funcional más aceptable | 30 |
| 3.5.10. | Evaluación en el almacenamiento..... | 30 |
| 3.6. | Diseño experimental | 32 |
| 3.7. | Análisis estadístico..... | 34 |
| 3.7.1. | Determinación de la capacidad antioxidante..... | 34 |
| 3.7.2. | Caracterización sensorial | 35 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 36 |
| 4.1. | Caracterización química del arroz..... | 36 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.2. | Caracterización de la pulpa del maracuyá | 37 |
| 4.3. | Actividad antioxidante (DPPH y ABTS ⁺), de la pulpa de maracuyá.... | 39 |
| 4.4. | Evaluación de la actividad antioxidante de la bebida | 41 |
| 4.4.1. | Capacidad para inhibir el radical 1,1 diphenyl - 2 - picryl - hydrazyl (DPPH) | 41 |
| 4.4.2. | Capacidad de inhibir el catión 2,2 - azinobis (3 - etilbenzotiazoline - 6 ácido sulfónico) (ABTS ⁺). | 44 |
| 4.5. | Evaluación sensorial de la bebida..... | 46 |
| 4.6. | Caracterización fisicoquímica de la bebida funcional..... | 48 |
| 4.7. | Evaluación de la bebida durante el almacenamiento..... | 50 |
| 4.7.1. | Análisis microbiológico..... | 50 |
| 4.7.2. | Evaluación del pH | 52 |
| 4.7.3. | Evaluación de los °Bx | 54 |
| V. | CONCLUSIONES | 55 |
| VI. | RECOMENDACIONES | 56 |
| VII. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 58 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Página |
|--|--------|
| Cuadro 1: Composición química del arroz en 100 g. | 5 |
| Cuadro 2. Composición química de la pulpa de maracuyá. | 8 |
| Cuadro 3. Clasificación de las bebidas funcionales | 11 |
| Cuadro 4. Vitaminas con actividad antioxidante y sus fuentes alimenticias | 16 |
| Cuadro 5. Características sensoriales de los alimentos percibidas por los sentidos humanos | 18 |
| Cuadro 6. Tratamientos en estudio | 27 |
| Cuadro 7. Caracterización química del arroz | 36 |
| Cuadro 8. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de maracuyá..... | 38 |
| Cuadro 9. Actividad antioxidante (DPPHy ABTS ⁺) de la pulpa de maracuyá.. | 40 |
| Cuadro 10. Actividad antioxidante (DPPH) de la bebida funcional..... | 42 |
| Cuadro 11. Actividad antioxidante (ABTS ⁺) de la bebida funcional..... | 44 |
| Cuadro 12. Resultados de la evaluación de la aceptabilidad sensorial..... | 47 |
| Cuadro 13. Caracterización químico proximal de la bebida funcional..... | 49 |
| Cuadro 14. Resultados de la evaluación microbiológica en el almacenamiento | 50 |
| Cuadro 15. Resultados de la evaluación del pH durante el almacenamiento. . | 52 |
| Cuadro 16: Evaluación de los °Bx durante el almacenamiento..... | 54 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| Figura 1: Principales antioxidantes | 14 |
| Figura 2: Flujograma para obtener el agua de arroz | 23 |
| Figura 3: Flujograma para obtener la pulpa de maracuyá..... | 24 |
| Figura 4: Flujograma para la elaboración de la bebida | 26 |
| Figura 5: Diseño experimental propuesto para la evaluación de la actividad antioxidante..... | 32 |
| Figura 6: Diseño experimental para la evaluación sensorial, microbiológica, de pH y grados brix de la bebida más aceptable en el almacenamiento | 33 |
| Figura 7: Resultados de la actividad antioxidante DPPA y ABTS de la pulpa de maracuyá | 40 |
| Figura 8: Actividad antioxidante DPPH de los tratamientos en estudio..... | 42 |
| Figura 9: Actividad antioxidante de los tratamientos frente al radical libre ABTS•+ | 45 |
| Figura 10: Perfil sensorial de los tratamientos | 48 |
| Figura 11: Variación del pH de la bebida en el almacenamiento | 52 |

RESUMEN

Para obtener y evaluar una bebida funcional de agua de arroz, saborizada con maracuyá y edulcorada con stevia se realizaron la caracterización fisicoquímica del arroz, de la pulpa de maracuyá y la bebida más aceptada. Se elaboraron 5 tratamientos con concentraciones de agua de arroz (75, ..., 90, 95%) y pulpa de maracuyá (25, ..., 10, 5%) a concentración constante de stevia. En ellas se evaluaron actividad antioxidante (DPPH y ABTS) y aceptabilidad sensorial, con el fin de determinar el tratamiento con mayor actividad antioxidante y de mayor aceptabilidad. En el almacenamiento por 2 meses a 4°C, se realizaron los análisis microbiológicos, pH y °Bx. El arroz presentó las siguientes características: humedad (11,16%), ceniza (0,34%), grasa (0,52%), fibra cruda (0,71%), proteína (6,3%), carbohidratos (80,97%). La pulpa de maracuyá: humedad (83,09%), ceniza (0,66%), grasa (80,91%), proteína (1,8%), fibra cruda (0,3%), carbohidratos (13,24%), pH (2,8), °Bx (12), acidez titulable (4,33% en ácido cítrico), actividad antioxidante DPPH 119,36 ($\mu\text{Mol TEAC}/100\text{g}$), ABTS 139,44 ($\mu\text{Mol TEAC}/100\text{g}$). La bebida funcional presentó las siguientes características: humedad (83,8%), ceniza (0,57%), grasa (0,12%), proteína (2,5%), fibra cruda (0,2%), carbohidratos (12,81%), pH (3,4), acidez titulable (1,95%), °Bx (3). El tratamiento (75% de agua de arroz y 25% de pulpa de maracuyá) presentó la mayor capacidad para inhibir el radical DPPH (15,33 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{ mL}$), al radical ABTS (65 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{ mL}$) y la mayor aceptación sensorial. La evaluación microbiológica en el almacenamiento indicó estar dentro de los estándares exigidos. El pH varió de 3,4 a 3,54, los °Bx de 2 a 3.

I. INTRODUCCIÓN

En tiempos actuales el consumo de bebidas que aportan beneficios a la salud ha tomado gran aceptación por parte de los consumidores, generando así gran demanda y la necesidad de formular y evaluar nuevas bebidas, estas son elaboradas a base de mezclas de agua y frutas de las cuales se aprovechan sus componentes debido a que estos cumplen con las características para el desarrollo de alimentos funcionales (SANTANDER *et al.*, 2017).

El arroz (*Oryza sativa L*), es uno de los alimentos más consumidos en el medio por su gran aporte de calorías (MAQUEIRA *et al.*, 2010), sin embargo, pocas son las investigaciones enfocadas al desarrollo de bebidas utilizando subproductos de este, tal es el caso del agua de arroz que al ser mezclada con pulpa de frutas se obtiene una bebida con poder antioxidante.

El maracuyá (*Passiflora edulis*), una de las frutas con alto contenido de componentes bioactivos, ácido ascórbico (vitamina C) fuente de antioxidantes, representa una de las materias primas más aceptables por la industria de los alimentos (MATUTE y ECHAVARRIA, 2018).

La Stevia (*Stevia rebaudiana*), reconocida científicamente como un poderoso edulcorante natural, es ampliamente utilizada en la industria alimentaria, asimismo a demostrado que puede ser consumida por personas diabéticas ya que no contiene las calorías de la sacarosa. Diversos estudios toxicológicos sobre de la Stevia han demostrado que su consumo continuo no tiene efectos mutagénicos, teratogénicos o carcinogénicos (PARRA *et al.*, 2015).

En vista de la importancia de diseñar y evaluar nuevos alimentos (bebidas) en esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la composición químico proximal y fisicoquímica del arroz, maracuyá y del mejor tratamiento de la bebida funcional.
- Determinar la actividad antioxidante (DPPH y ABTS) de la pulpa de maracuyá y tratamientos de la bebida funcional de agua de arroz, pulpa de maracuyá y Stevia y obtener al mejor tratamiento.
- Evaluar la aceptabilidad sensorial y obtener el mejor tratamiento de la bebida funcional de agua de arroz saborizada con maracuyá, edulcorada con Stevia.
- Evaluar el pH, solidos solubles, análisis microbiológico del mejor tratamiento en el almacenamiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

SILVA *et al.* (2015) en Bebidas de estratos mixtos de arroz con mamão y maracuyá, concluyen que los extractos de arroz pueden ser utilizados como ingredientes en la formulación de bebidas funcionales, asimismo sostienen que la adición del arroz mejora el valor nutricional de las bebidas además de tener un significativo potencial antioxidante.

TIRADO *et al.* (2015) en Aceptabilidad Sensorial y Calidad Microbiológica de Bebidas a Base de Plasma Bovino, Arroz concluyen que la fortificación de la bebida refrescante a base de arroz con plasma de bovino permitió crear un producto que cumple con un adecuado suministro de aminoácidos esenciales, lo cual evidencia el carácter sinérgico de la combinación de las materias primas usadas en este estudio.

ÁVILA *et al.* (2017) en Evaluación sensorial de una bebida de arroz sin lactosa a base, pitanga roja y butia, concluyen que la producción de bebidas sin lactosa a partir del extracto de arroz es viable, siendo una buena opción de consumo para el público que prefiere alimentos prácticos y con características funcionales.

2.2. Aspectos generales del arroz

2.2.1. Origen y distribución geográfica

El arroz, gramínea que pertenece al género *Oryza* es de origen indio, específicamente del sur de este país, donde se encuentran buenas condiciones para su cultivo. El cultivo del arroz apareció en China, en los fértiles valles de los ríos Hang-Ho y Yang Tse-Kiang (JAEKEL *et al.*, 2010).

El género *Oryza* presenta 23 especies, la mayoría son silvestres y se cultivan solo *Oryza sativa*, de origen asiático y *Oryza glaberrima*, cuyo origen es del delta del río Níger en África (NAKANDAKARI, 2017).

2.2.2. Clasificación taxonómica

Según RODRÍGUEZ (2013), el arroz *Oryza sativa* se clasifica como:

| | |
|-------------------|-------------------------|
| Nombre Científico | : <i>Oryza sativa</i> L |
| Nombre común | : Arroz |
| Clase | : Monocotiledóneas |
| Orden | : Glumiflora |
| Familia | : Gramínea |
| Subfamilia | : Panicoideas |
| Tribu | : Oryzae |
| Subtribu | : Oryzineas |
| Género | : <i>Oryza</i> |
| Especie | : <i>Sativa</i> |

2.2.3. Composición química del grano de arroz

El arroz (*Oriza sativa*) es un excelente alimento ya que contiene un alto valor nutricional y energético (SOAREZ *et al.*, 2010).

El componente que contiene mayor proporción es almidón por tanto es buena fuente de energía, aporta aproximadamente 350 calorías por cada 100 gramos, asimismo también 7% de proteínas, siendo rico en vitaminas del grupo B (LUNA *et al.*, 2010).

La composición química del arroz se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1: Composición química del arroz en 100 g.

| Componente | Arroz |
|---------------------------------|-------|
| Agua (%) | 15,5 |
| Proteína (g) | 6,2 |
| Grasa (g) | 0,8 |
| Carbohidratos (g) | 79,9 |
| Cenizas (g) | 0,6 |
| Fosforo (mg) | 150 |
| Vitamina B1 (Tiamina) (mg) | 0,09 |
| Vitamina B2 (Rivoflavina)(mg) | 0,03 |
| Niacina (ácido nicotínico) (mg) | 352 |

Fuente: COLINA y GUERRA (2009)

2.2.4. Producción y consumo de arroz en el Perú

En el Perú, el arroz es un producto importante y uno de los más adquiridos por los programas sociales del estado, ya que es un alimento básico

e indispensable de los habitantes peruanos cubriendo el 19 % del total diario de calorías requeridas por el ser humano. El consumo de arroz en el Perú ha evolucionado considerablemente, pasando de 25 a 54 kg per cápita al año, en los últimos 20 años, llegando estas cifras a ser las más alto de Latinoamérica. La producción de arroz se encuentra mayormente en el nororiente del Perú, siendo las regiones más importantes (MALDONADO y ALARCÓN, 2014).

Según el IV Censo Nacional de arroz en molinos, almacenes y comercios mayoristas, se obtuvo un stock de 409,0 miles de toneladas, comparado con el censo realizado en mayo del año 2018, el resultado obtenido ha sido menor en 4.5% (menor en 19,4 miles de toneladas). Los departamentos con mayores volúmenes de arroz en este censo han sido: Lambayeque 38,1%, La Libertad 19,7%, Arequipa 14,2%, Lima 11,1%, San Martín 8,3%, Piura 2,6%, Ancash 1,7% y otros 4,3%. Los resultados de esta investigación y teniendo en cuenta que el consumo mensual aproximadamente es de 176,6 miles de toneladas (MINAGRI 2019).

2.3. Aspectos generales del maracuyá

2.3.1. Origen y distribución geográfica

El maracuyá es una fruta originaria de Centroamérica, es largamente cultivada y procesada en varios países el mundo por ejemplo Perú, Venezuela, Sudáfrica, Sri Lanka, Australia, Kenia, Colombia, Ecuador, Costa Rica, entre otros, siendo Brasil el mayor productor a nivel mundial (HUIZA, 2014).

2.3.2. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del maracuyá según CUEVA *et al.* (2018) es la siguiente:

| | |
|-------------------|---|
| División | : Espermatofita |
| Subdivisión | : Angiosperma |
| Clase | : Dicotiledónea |
| Subclase | : Arquiclamidea |
| Orden | : Perietales |
| Suborden | : Flacourtiinae |
| Familia | : Passifloraceae |
| Género | : Passiflora |
| Especie | : Edulis |
| Variedad | : Flavicarpa |
| Nombre científico | : <i>Passiflora edulis</i> form. Flavicarpa |
| Nombre común | : Maracuyá |

2.3.3. Composición química de la pulpa de maracuyá

El maracuyá en estado maduro está constituido así: cáscara 50-60%, jugo 30-40% y semilla 10-15% (GUIDI y ARANDIA, 2010).

Con respecto a la composición química del maracuyá (MUÑOZ *et al.*, 2019), indica que está constituido por hidratos de carbono, provitaminas del tipo A, vitamina C, fosforo, vitamina B₂, hierro además de calcio.

La composición química de la pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*). (en g/100 mL de porción comestible) se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Composición química de la pulpa de maracuyá.

| Componente | Cantidad |
|-------------------|-----------------|
| Agua (g) | 85,9 |
| Proteínas (g) | 1,5 |
| Lípidos (g) | 0,5 |
| Carbohidratos (g) | 11,4 |
| Fibra cruda (g) | 0,2 |
| Cenizas (g) | 0,7 |
| Calorías (Kcal) | 56,1 |

Fuente: MEDINA (1980).

2.3.4. Importancia y consumo

La importancia del maracuyá radica en su alto contenido de acidez que puede transmitir a muchos subproductos, desde bebidas hasta alimentos en bases a masas cocidas. Es fuente ideal de ácido ascórbico permitiendo catalogar al maracuyá como un alimento funcional debido a la capacidad antioxidante de este ácido natural (PUENTE *et al.*, 2017).

El maracuyá es una fruta que se consume fresco principalmente para obtener jugo, el 40 % del fruto corresponde a pulpa o se comercializa como un importante componente de bebidas funcionales, debido a las grandes bondades que posee, además su coloración amarillo–naranja y su sabor ácido característico hace que el maracuyá tenga gran aceptabilidad por los consumidores (MOLINA *et al.*, 2019).

El maracuyá está compuesto por compuestos bioactivos como fenoles, flavonoides, alcaloides, glucósidos, vitaminas y minerales quienes han demostrados tener propiedades funcionales, antiinflamatorias, antidiabéticas y una gran capacidad para proteger de enfermedades cardiovasculares (MARTOS *et al.*, 2020).

2.4. Aspectos generales de la Stevia

2.4.1. Origen y distribución geográfica

La Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) es una planta herbácea perenne que pertenece a la familia Asteraceae. Crece como hierba salvaje en el suroeste de Brasil y Paraguay, donde se la conoce con el nombre de ka'a he'ê (en guaraní, hierba dulce) (SALVADOR, *et al.*, 2014).

2.4.2. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de la estevia según Brasilio (2015), citado por BECERRA *et al.* (2019). es como sigue:

| | |
|-----------------|--------------------------------------|
| Familia | : Asteraceae |
| Género | : Stevia |
| Especie | : rebaudiana |
| Nombre binomial | : <i>Stevia rebaudiana</i> (Bertoni) |

2.4.3. Usos de la Stevia

Según TORRES *et al.* (2019) la Stevia es una planta medicinal, pues demuestra tener efectos beneficiosos sobre la diabetes y que posee glucósidos

con propiedades edulcorantes sin calorías. Su poder edulcorante es 30 veces mayor que el azúcar y el extracto alcanza de 200 a 300 veces más.

El poder edulcorante de la stevia se debe a los glucósidos (esteviosido y rebaudiosido A) considerados los principales principios activos, además, posee otras sustancias de esteviol glicósidos en concentraciones pequeñas (MARTINEZ, 2015).

Los edulcorantes no calóricos que posee la Stevia se usan no solo por personas que presentan contenidos altos de azúcar en su organismo, sino que también son usado por personas que desean reemplazar las calorías que contiene el azúcar comercial.

FLORES y FLORES DEL P (2018) indican que la Stevia como edulcorante no calórico posibilita la elaboración de bebidas funcionales, con excelentes características sensoriales y también con poder antioxidante.

2.5. Bebidas funcionales

2.5.1. Definición

Las bebidas funcionales se definen como aquellas bebidas que aportan beneficios a la salud reduciendo así el riesgo de enfermedades, brindan una mejor calidad de vida ya que se ingieren con las mismas expectativas y más aun las que podían contribuir a la mejora de la hidratación de un individuo (CONTRERAS *et al.*, 2018).

Las bebidas funcionales desempeñan un papel importante en la protección de la salud y la prevención de enfermedades ya que son consideradas como un importante medio para el suplemento alimenticio ya que contienen

componentes fisiológicos. Estas bebidas son la respuesta perfecta para el deseo de los consumidores quienes buscan opciones nutritivas, refrescantes, naturales, estimulantes, y saludable (CHIROQUE *et al.*, 2019).

Las bebidas funcionales son medios excelentes que permiten suministrar nutrimentos y compuestos bioactivos (péptidos, antioxidantes, vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales, fibra, prebióticos, probióticos). En el año 2016, la venta de alimentos y bebidas funcionales en el mundo rebasaría los 130 mil millones de dólares (MILÁN *et al.*, 2017).

2.5.2. Clasificación de las bebidas funcionales

Las bebidas funcionales se clasifican generalmente según los beneficios que aportan al organismo, tal como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación de las bebidas funcionales

| Propiedad Funcional | Características |
|--|---|
| Control del peso o recomendable para diabéticos | Compuestas por azúcares o endulzantes artificiales conocidas como bebidas light, están compuestas por polisacáridos que provocan un índice glicémico bajo. |
| Orgánicas/Naturales | Son elaboradas de vegetales cultivados artesanalmente, en ausencia de pesticidas y abonos químicos, se procesan sin conservantes y aditivos químicos, sin embargo, pueden contener aditivos naturales |

| | |
|--------------------------------------|---|
| Energizantes/Revitalizantes | Aceleran el sistema nervioso, se les añade alcaloides estimulantes como la cafeína. |
| Reductoras de colesterol | Se le añade etanol a sus esteroides fitoesteroides |
| Relajantes | Hechas a base de hierbas con bajas concentraciones de opiáceos. |
| Reconstituyentes/Hidratantes | Su formulación depende del consumidor: niños, ancianos, mujeres, deportistas. Aportan valor energético, se les añade proteínas vegetales o animales hidrolizadas, carbohidratos, vitaminas y minerales. |
| Cultivadas de úlceras | Se utilizan extractos de sábila (aloe vera), aportan gomas y otros agentes químicos con propiedades antiinflamatorias, regeneran el tejido además aceleran el metabolismo de los lípidos. |
| Mitigantes del envejecimiento | Contienen ácidos grasos omega-3, omega-6 o compuestos fenólicos que actúan como antioxidantes. |
| Simbióticas | Contienen bacterias lácticas con carácter probiótico, además contienen oligosacáridos que funcionan como prebióticos y fibra biológica. |

Fuente: CONTRERAS, *et al* (2018).

2.5.3. Consumo e importancia

Hoy en día el consumo de bebidas funcionales ha tenido un incremento significativo debido a que los consumidores no solo buscan refrescarse o calmar su sed, buscan beneficios combatir enfermedades para su salud, propiedades que le permitan fortalecer su sistema inmunológico, etc. Es

por ello que el desarrollo de bebidas que contengan estos beneficios es una buena opción para mejorar la salud de los consumidores (MUÑOZ *et al.*, 2019).

2.6. Antioxidantes

2.6.1. Definición

Los antioxidantes son sustancias que frenan las reacciones de oxidación en las células a partir de las cuales se originan los nocivos radicales libres. Por tanto, su papel es clave en la reducción de enfermedades cardiovasculares, de tumores y de enfermedades neurodegenerativas. También actúan potenciando el sistema inmunológico (BATALLA, 2007).

Según LÓPEZ *et al.* (2012) los antioxidantes son un conjunto de compuestos químicos o productos biológicos que contrarrestan de una manera directa o indirecta los efectos nocivos de los radicales libres u oxidantes, tales como oxidación a lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, alterando las funciones celulares.

2.6.2. Principales clases de antioxidantes

Los antioxidantes son compuestos naturales, se encuentran generalmente en frutas y verduras y su importancia radica en la estimulación y la salud del cuerpo ayudando a hacer frente a ataques ambientales, internos y externos; en tal sentido, los antioxidantes comprenden una serie de vitaminas, minerales y polifenoles (BUTU Y RODINO, 2019).

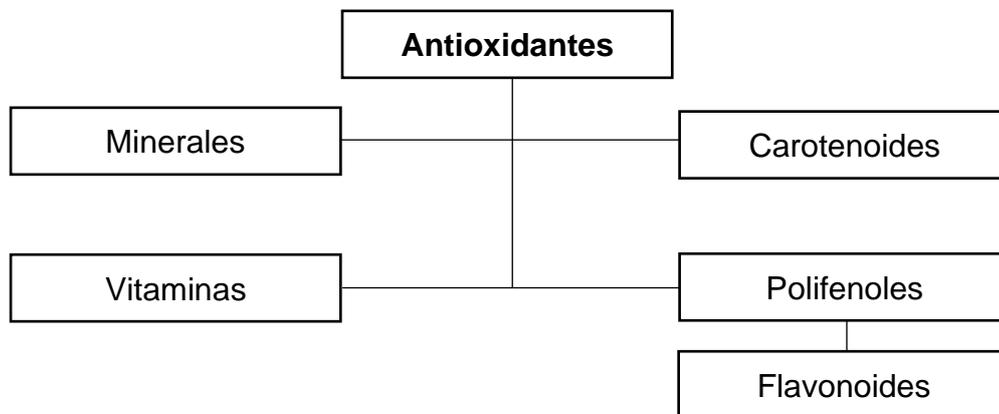


Figura 1. Principales antioxidantes

2.6.3. Tipos de antioxidantes

Según POKORNÝ (2007), los tipos de antioxidantes se clasifican como:

- Inhibidores de reacciones oxidativas de radicales libres, conocidos como antioxidantes preventivos, son los que inhiben la formación de radicales de lípidos libres.
- Inhibidores que interrumpen la propagación de reacciones en cadena de auto oxidación (antioxidantes adecuados), denominados también antioxidantes rompe cadenas.
- Extintores de oxígeno singlete (por ejemplo, carotenos, especialmente licopeno).
- Sinergistas de antioxidantes adecuados, es decir, aquellas sustancias que no son eficientes como antioxidantes cuando se aplican por sí solos, pero incrementan su actividad antioxidante en una mezcla, por ejemplo, el ácido cítrico.

- Agentes reductores, como tioles de sulfuros (tioéteres), que convierten los hidroperóxidos en componentes estables de forma no radical.
- Quelantes de metales, que convierten los prooxidantes de metales, especialmente derivados de hierro o cobre, en productos estables.
- Inhibidores de enzimas pro-oxidativas (especialmente lipoxigenasas).

2.6.4. Vitaminas con actividad antioxidante y sus fuentes alimentarias

Las vitaminas (C y E) son consideradas como antioxidantes, la vitamina C la cual es considerada como el antioxidante hidrosoluble más abundante en la sangre, mientras que la vitamina E es el antioxidante lipofílico mayoritario. La vitamina E se encuentra presente en aceites vegetales, aceites de semillas, carne, maní, pollo y pescado, mientras que la vitamina C se encuentra en frutas y verduras. Por otro lado, los carotenoides son compuestos coloreados tales como los betacarotenos, presentes en verduras y frutas amarillas y naranjadas (AVELLO *et al.*, 2006).

En el Cuadro 4 se presenta la actividad antioxidante y sus fuentes alimenticias presentes en las vitaminas E, C y en los carotenoides, según AVELLO *et al.* (2006).

Cuadro 4. Vitaminas con actividad antioxidante y sus fuentes alimenticias

| Vitamina | Fuente alimentaria |
|---------------------|---|
| Vitamina E | Fuentes más importantes Aceites vegetales, aceites de semillas prensadas en frío, germen de trigo y de maíz, almendras, avellanas, girasol, frijol de soya, nuez, maní. |
| | Otras fuentes importantes Papas frescas, pimentón, palta, apio, repollo, frutas, pollo, pescado. |
| Vitamina C | Frutas Limón, lima, maracuyá, naranja, guayaba, mango, kiwi, fresa, papaya, mora, piña. |
| | Verduras Tomate, verduras de hojas verdes (espinaca, perejil, etc.), repollo, coliflor, brócoli, pimentón, lechuga. |
| Carotenoides | Betacaroteno Verduras y frutas amarillas y anaranjadas, verduras verdes oscuras. |
| | Alfa caroteno Zanahoria |
| | Licopeno Tomate |

Fuente: AVELLO *et al.* (2006).

2.7. Actividad antioxidante

Para la determinación de la actividad antioxidante existen varios métodos, dentro de los más comunes tenemos al método DPPH y ABTS, son los más sencillos y de bajo costo.

2.7.1. Capacidad antioxidante: DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo).

Es un radical estable de color púrpura, el cual es preparado en solución etanólica o metanólica, cuyo pico de absorbancia se mide a 515 – 520 nm. Cuando se hace reaccionar frente a una sustancia el radical DPPH pierde su coloración tornándose amarilla, cuanto mayor sea el poder antioxidante de una muestra mayor es el cambio de coloración, este proceso es monitoreado mediante espectrofotometría mediante la media de las absorbancias, posteriormente estas son usadas para calcular dicha actividad antioxidante (BURGOS y ESCOBEDO, 2019).

2.7.2. Capacidad de inhibir el radical libre 2,2-azinobis-3-etilbenzothiazolino-6-ácido sulfónico (ABTS^{•+})

El ABTS es un radical metaestable no natural, se encuentra dentro de los ensayos utilizados en la actualidad debido a su alta sensibilidad, además es un método práctico, rápido y estable (ILYASOV *et al.*, 2020).

KUSKOSKI *et al.* (2005) sostiene que el ABTS tiene que ser generado a través de una reacción química (persulfato de potasio), enzimática y electroquímica, además el radical ABTS^{•+} tiene una gran ventaja, este puede ser medido a 414, 654, 754 y 815 nm en medios alcohólicos.

2.8. Evaluación sensorial en alimentos

La evaluación de los atributos sensoriales en alimentos es un aspecto de mucha importancia porque con estas evaluaciones se puede determinar la calidad de los alimentos, debido a que estos aspectos no se

pueden determinar de manera analítica, el análisis sensorial se lleva a cabo teniendo en cuenta diferentes pruebas, dentro de ella: las pruebas afectivas, las discriminativas y las descriptivas, asimismo cabe rescatar que la evaluación de los atributos sensoriales son percibidos por nuestros sentidos (ROJAS 2019).

En el Cuadro 5 se muestra las características sensoriales más comunes percibidas por los sentidos del ser humano.

Cuadro 5. Características sensoriales de los alimentos percibidas por los sentidos humanos

| Características | Sentido |
|------------------------|--------------------|
| Apariencia | Vista |
| Aroma | Olfato |
| Color | Vista |
| Gusto | Gusto |
| Olor | Olfato |
| Peso | Tacto |
| Sabor | Olfato – Gusto |
| Rogosidad | Oido, Vista, Tacto |
| Temperatura | Tacto |

Fuente: ROJAS (2019).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de: Secado, Análisis de Alimentos, Microbiología, nutrición animal, Bioquímica y HPLC, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), ubicada en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco; a una altitud de 660 m.s.n.m. a 09° 17' 08" de Latitud Sur, a 75° 59' 52" de Latitud Oeste, con clima tropical húmedo, humedad relativa media de 84% y temperatura media anual de 24 °C.

3.2. Materia prima

Arroz de la variedad Esperanza, obtenido de la Empresa Agroindustria Molinería Vásquez S.A.C, ubicada en el Caserío de Fernando Belaunde Terry s/n, caserío Huaynabe, distrito: Uchiza, provincia: Tocache, región: San Martín (Latitud Sur: 8° 20' 47", Longitud Oeste: 76° 20' 7" Altitud: 517 msnm, temperatura promedio 24,7°C, 2560 mm, humedad relativa 85%.

Maracuyá obtenido del centro poblado Santa Lucía, provincia de Tocahe, región San Martín.

Stevia en polvo, marca HELTY lote 100999, elaborada por: Laboratorio Algas Marinas S. A. C – Talara 124 San Juan de Miraflores, RUC: 20265195602, obtenida de Inkafarma ubicada en Tingo María.

3.3. Equipos, materiales y reactivos

3.3.1. Equipos de laboratorio

- ANKOM A200, A200I
- Espectrofotómetro UV-VIS, Genesys 10 (Thermo Scientific).
- Homogenizador, Barnsted Thermolyne.
- Balanza digital (Sartorius) serie BP 3100 S.
- Estufa marca Ecocell
- Balanza analítica marca Ohaus, modelo Pioner, Cap Max 250 g
- Multiparámetro marca Thermo Scientific, modelo Orion Star A215
- Centrifuga Mikro 22 R (Hettich Zentrifugen) Germany.
- Licuadora marca Oster.
- Refrigerador
- Refractómetro

3.3.2. Materiales de laboratorio

- Cubetas de poliestireno, Gene Mate (1cm x 1cm x 4,5cm).
- Tubos de ensayo Pirex U. S. A
- Microtubos (1.5- 2.0 mL.)
- Vasos de precipitación (1000, 500, 100, 50, 10 mL.).
- Fiolas (1000, 500, 100, 50, 10 mL.).
- Gradillas.
- Probetas de 10, 100 y 500 mL.

- Papel filtro Watman N° 42.
- Espátulas metálicas.
- Mechero
- Placas Petri
- Tubos de ensayo
- Balones de digestión
- Erlenmeyer
- Buretas

3.3.3. Reactivos

- 1,1 diphenyl - 2 - picryl - hydrazyl (DPPH), 90 %. Sigma Chemical.
- 2,2- azinobis (3- etilbenzotiazoline- 6 ácidosulfónico) (ABTS⁰⁺), 98%. Sigma Chemical.
- Solvente orgánico (Hexano).
- Ácido sulfúrico concentrado.
- Hidróxido de sodio al 50 %.
- Ácido clorhídrico 0,1 N.
- Agua destilada
- Alcohol de 70°

3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Caracterización fisicoquímica

- Humedad (Método de la estufa A. O. A. C 2005)
- Proteína (Método Kjeldahl, A. O. A. C 2005)
- Cenizas (Método de incineración en mufla, A. O. A. C 2005)
- Grasa (Método Soxhlet, A. O. A. C 2005)

- Fibra cruda (método 962.09; A. O. A. C 2012)
- Carbohidratos (Método diferencial, A. O. A. C 2005)
- pH (Método potenciométrico 11.032 A. O. A. C 2005)
- Grados Brix (Método refractométrico 934.14 A. O. A. C 2005)
- Acidez titulable (método 942.15 A. O. A. C, 2005).

3.4.2. Evaluación de la actividad antioxidante

- Capacidad de inhibir el radical libre 1, 1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH): método espectrofotométrico reportado por BRAND-WILLIAMS *et al.* (1995), con algunas modificaciones según SCHERER y GODOY (2009).
- Capacidad de inhibir el radical libre 2,2-azinobis-3-etilbenzothiazolino-6-ácido sulfónico (ABTS) como equivalente de Trolox. método descrito por RE *et al.* (1999).

3.4.3. Evaluación sensorial

Se usó el análisis afectivo medida del grado de satisfacción, con este análisis se determinó la aceptabilidad por parte del consumidor (UREÑA, 1999).

3.4.4. Análisis microbiológico

- Recuento de microorganismos aerobios mesófilos.
- Recuento de mohos y levaduras.
- Recuento de Coliformes.

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Caracterización química del arroz

Se realizó la caracterización químico proximal del arroz (humedad, proteína, ceniza, grasa, fibra cruda, carbohidratos) según los métodos indicados en el inciso (3.4.1) de Materiales y Métodos.

3.5.2. Obtención del agua de arroz

Para obtener el agua de arroz se siguió las operaciones indicadas en la Figura 6, las mismas que se describen a continuación.

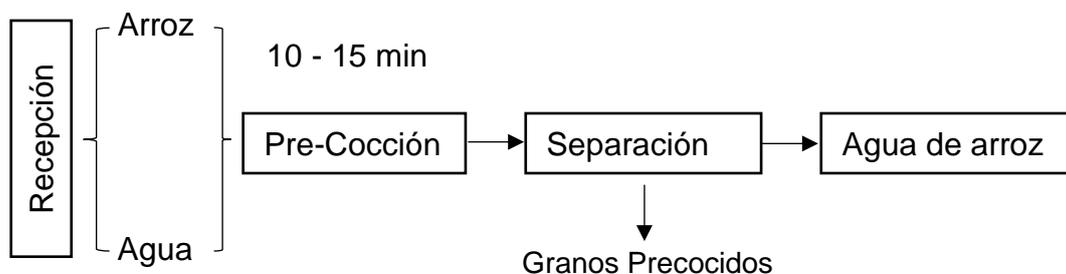


Figura 2: Flujograma para obtener el agua de arroz

Fuente: Elaboración propia

- **Recepción.** Se recibieron el arroz y el agua e inmediatamente se realizó el pesado en este caso 2 kg, posteriormente se realizó un pequeño control de calidad para eliminar impurezas o cuerpos extraños como granos salvados, luego se hizo el lavado respectivo y se le adicionó 4 litros de agua de mesa.
- **Pre - Cocción.** La mezcla de arroz y agua se sometió a un proceso de cocción por 15 minutos.
- **Separación.** En esta etapa se separó el agua de los granos precocidos y se obtuvo el agua con el que se trabajó.

3.5.3. Obtención de la pulpa de maracuyá

Se realizó a través de las siguientes operaciones: recepción, selección-clasificación, lavado-desinfectado, cortado, pulpeado-refinado, tamizado, pasteurizado, almacenado, como se indica en la figura 4.

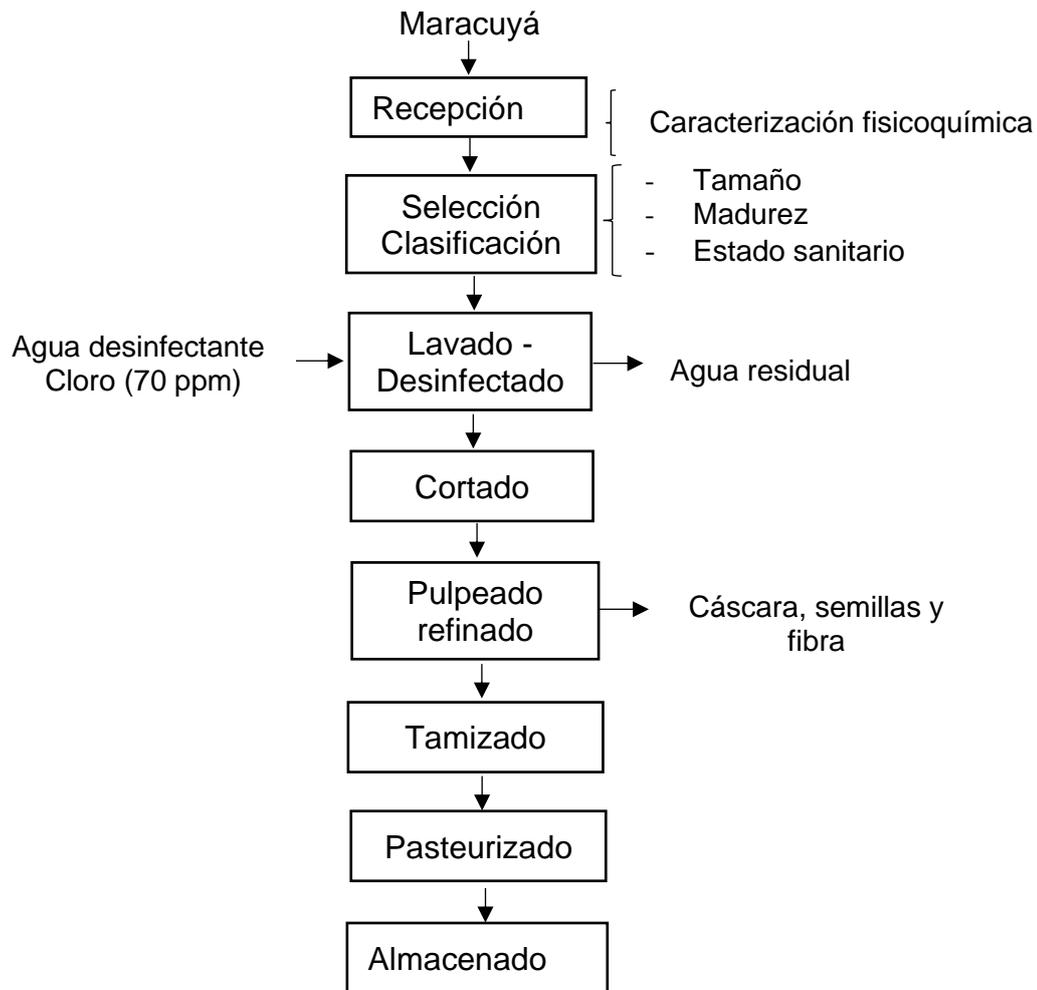


Figura 3: Flujograma para obtener la pulpa de maracuyá

- **Recepción.** La recepción del maracuyá se realizó en el Laboratorio de Harinas y Panificación para su posterior procesamiento.

- **Selección - clasificación.** En esta operación se tuvo en cuenta el tamaño, la madurez y el estado sanitario del maracuyá.

- **Lavado.** Con la finalidad de eliminar sustancias extrañas como tierra entre otros, se usó agua desinfectante con cloro.

- **Cortado.** Los frutos fueron cortados por la mitad con la finalidad de extraer la pulpa de su interior.

- **Pulpeado.** Se utilizó una licuadora para obtener la pulpa.

- **Tamizado.** Con el fin de separar los restos de semillas dispersas en la pulpa para que no se aprecien puntos negros en la bebida.

- **Pasteurizado.** A 80 °C con el fin de eliminar microorganismos que puedan afectar su calidad y contaminar la pulpa y el producto final.

- **Almacenado.** En envases de vidrio y se puso en refrigeración con la finalidad de conservar la calidad hasta el procesamiento de bebida.

3.5.4. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de maracuyá

Se realizaron las evaluaciones de: humedad, proteína, ceniza, grasa, fibra cruda, carbohidratos, pH, °Brix, acidez titulable, según los métodos descritos en el inciso (3.4.1) de Materiales y Métodos.

3.5.5. Evaluación de la actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá

Para realizar esta evaluación se hizo una dilución de 1:2 (500 µl de pulpa en 500 µl de agua destilada) por ser la pulpa muy concentrada, ésta se llevó a centrifugación a 10 000 RPM por 10 minutos para separar las partículas de mayor tamaño y obtener una solución transparente para hacer reaccionar con el radical (DPPH y ABTS^{•+}) una vez obtenida la reacción se realizó las lecturas de las absorbancias para la determinación de la actividad antioxidante, según los métodos indicados.

3.5.6. Elaboración de la bebida a base de agua de arroz saborizada con maracuyá y edulcorada con estevia

La obtención de la bebida se realizó según el flujograma indicado en la figura 8, el mismo que se describen a continuación:

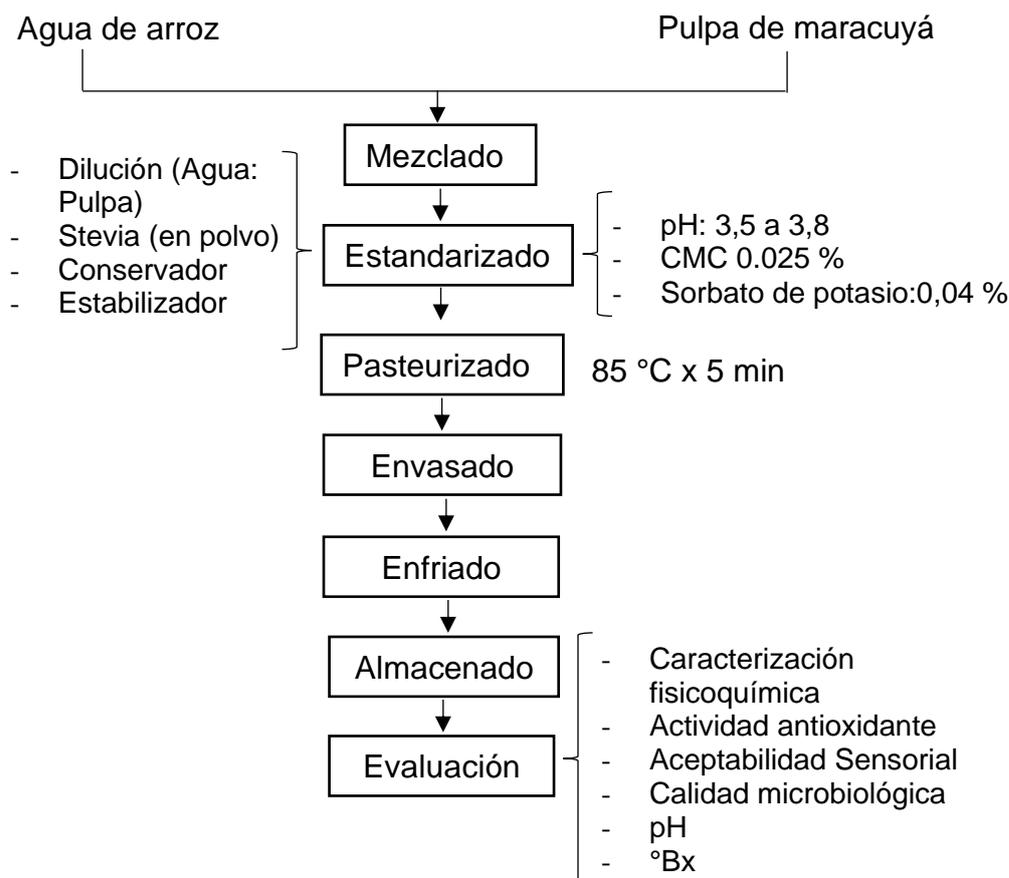


Figura 4: Flujograma para la elaboración de la bebida

Fuente: POMAREDA (2017) con algunas modificaciones.

- **Mezclado.** En un recipiente se colocaron el agua y la pulpa según la formulación de los tratamientos.

- **Estandarizado.** Se agregaron la estevia, el CMC y demás aditivos.

- **Pasteurizado.** La mezcla estandarizada se pasteurizó a 85 °C por 5 minutos recomendado por (GONZÁLES y ESPINOZA 2017).

- **Envasado.** La bebida se colocó en frasco de vidrio de 250 mL.

- **Enfriado.** Se colocaron los frascos en un recipiente con agua fría hasta alcanzar la temperatura ambiente para su almacenamiento.

- **Almacenado.** A temperatura de refrigeración hasta concluir las evaluaciones.

Se consideró elaborar 5 tratamientos, los mismos que se indican en el cuadro 6.

Cuadro 6. Tratamientos en estudio

| Tratamientos | % de agua de arroz | % de pulpa de maracuyá | % de Stevia |
|----------------|--------------------|------------------------|-------------|
| T ₁ | 95 | 5 | 3 |
| T ₂ | 90 | 10 | 3 |
| T ₃ | 85 | 15 | 3 |
| T ₄ | 80 | 20 | 3 |
| T ₅ | 75 | 25 | 3 |

3.5.7. Evaluación de la actividad antioxidante de la bebida

Se evaluó la actividad antioxidante de los tratamientos en estudio según los métodos descritos en el inciso 3.4.2 y con la siguiente metodología:

3.5.7.1. Capacidad para inhibir el radical 1,1 diphenyl - 2 - picryl - hydrazyl (DPPH)

Preparación de la curva estándar: Se trabajó con el stock de vitamina E sintetizada conocido como Trolox a 2 Mm (0,05 g en 100 mL de agua desionizada, con esta mezcla se obtuvieron 5 concentraciones de 0 a 1 Mm, a una de ellas se le incorporo 25 µL de alcohol (control) y a las demás 25 µL de

muestra, luego de adicionó 975 μ L de DPPH, se realizó las lecturas a 515 nm para posteriormente graficar la concentración versus la absorbancia y obtener la ecuación (Anexo – II)

Para la determinación de la capacidad antioxidante por el método del DPPH, se usó el reactivo 1,1 diphenyl - 2 - picryl - hydrazyl (DPPH) se preparó una solución a 1 mM (0,0394 g en 100 mL de etanol al 96 %, posteriormente se almacenó protegido de la luz a 4 °C. El principio del método DPPH consistió en la sustracción de un átomo de hidrógeno proveniente de un donador.

Esta reacción se generó en una cubeta de poliestireno (1 cm x 1 cm x 4,5 cm), con un volumen de 25 μ l de muestra y 975 μ l de radical DPPH. Luego inmediatamente se realizó la lectura de absorbancia en un espectrofotómetro, las lecturas se registraron a 515 nm durante 10 minutos.

En este proceso, la reacción desarrolló un cambio de color violeta a medio amarillo a medida que disminuye la absorbancia. Con concentraciones de la bebida (95,5; 90,10; 85,15; 80,20; 75,25) % en relación agua y pulpa de maracuyá y una concentración constante de estevia en polvo de 3 %. La actividad antioxidante fue expresada en μ Mol TEAC/100 mL.

Los resultados obtenidos fueron analizados en el software STATGRAPHICS CENTURION, versión 15, con un diseño completo al azar (DCA) con tres repeticiones y en los niveles donde existía diferencia estadísticamente significativa se aplicó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

3.5.7.2. Capacidad de inhibir el catión 2,2 - azinobis (3 - etilbenzotiazoline - 6 ácido sulfónico) (ABTS^{•+})

Preparación de la curva estándar: Se trabajó con el stock de vitamina E sintetizada conocido como Trolox a 2 Mm (0,05 g en 100 mL de agua desionizada, con esta mezcla se obtuvieron 5 concentraciones de 0 a 1 Mm, a una de ellas se le incorporo 10 µL de alcohol (control) y a las demás 10 µL de muestra, luego de adiciónó 990 µL de ABTS^{•+}, se realizó las lecturas a 515 nm para posteriormente graficar la concentración versus la absorbancia y obtener la ecuación (Anexo – III).

Se trabajó con el radical ABTS^{•+} diluido en metanol hasta registrar absorbancias de 0,7 a 1, al cual se le adiciónó 10 µl de muestra y 990 µl de radical ABTS, la muestra estuvo conformada por las siguientes concentraciones (95,5; 90,10; 85,15; 80,20; 75,25) % en relación agua y pulpa de maracuyá y una concentración constante de estevia en polvo de 3 %.

Esta reacción se generó en una cubeta de poliestireno (1 cm x 1 cm x 4,5 cm), luego inmediatamente se realizó la lectura de las absorbancias en un espectrofotómetro, las lecturas se registraron a 734 nm durante 10 minutos. La actividad antioxidante fue expresada en µMol TEAC/100 mL.

Los resultados obtenidos fueron analizados en el software STATGRAPHICS CENTURION, versión 15, con un diseño completo al azar (DCA) con tres repeticiones y en los niveles donde existía diferencia estadísticamente significativa se aplicó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

3.5.8. Evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial se usó la escala hedónica de 9 puntos tal como se indica en el Anexo 1, evaluados por 32 panelistas semi entrenados, la bebida se sirvió en vasos de plástico y se le pidió a cada panelista beber agua de mesa después de evaluar cada tratamiento, éste mismo procedimiento fue usado por SEGURA *et al* (2020). Los resultados fueron analizados mediante un diseño completo al azar (DCA) y en los niveles donde existía diferencia estadísticamente significativa se usó la prueba de kruskal wallis ($P \leq 0.05$).

3.5.9. Caracterización fisicoquímica de la bebida funcional más aceptable

Se realizaron las evaluaciones de: humedad, proteína, ceniza, grasa, fibra cruda, carbohidratos, pH, °Brix, acidez titulable, según los métodos de análisis descritos en el inciso (3.4.1) de Materiales y Métodos.

3.5.10. Evaluación en el almacenamiento

Luego de ser determinado el tratamiento más aceptable, se llevó a almacenamiento de la bebida por 2 meses, determinándose cada 15 días la calidad microbiológica y el contenido de sólidos solubles y el pH.

- Evaluación microbiológica

Se tomó 10 mL de muestra y se adicionó a 90 mL de caldo peptonado al 0,1 % (solución1), para el recuento de Coliformes totales se tomó

100 µL, 10 µL, 0,1 µL en 9 tubos contenidos de caldo brilla, posteriormente se llevó a incubación a 37 °C por 24 h.

Para la determinación de hongos y levaduras se tomó 0,1 µL de la (solución 1) y se colocó en 2 placas a las cuales se adiciono agar sabouraud glucosado, previamente a este agar se le adicionó un antibiótico (Cefriaxona) para evitar el crecimiento de bacterias que podrían interferir en el crecimiento e identificación de los hongos y levaduras, posteriormente con movimientos lentos se homogenizo hasta la solidificación del agar, finalmente se dejó en reposo durante 3 a 5 días a temperatura ambiente.

Para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos se tomó 0,1 µL de la (solución 1) y se colocó en 2 placas a las cuales se adiciono agar Agar Plate Count (PCA), se homogenizó e incubó a 37 °C por 24 h.

- **Solidos Solubles**

Se tomó una pequeña cantidad de bebida y se colocó en el prisma para posteriormente determinar los °Brix.

- **pH**

Se tomó 10 mL de bebida en un vaso precipitado, posteriormente se introdujo el electrodo con el cual el equipo determina el valor de pH.

3.6. Diseño experimental

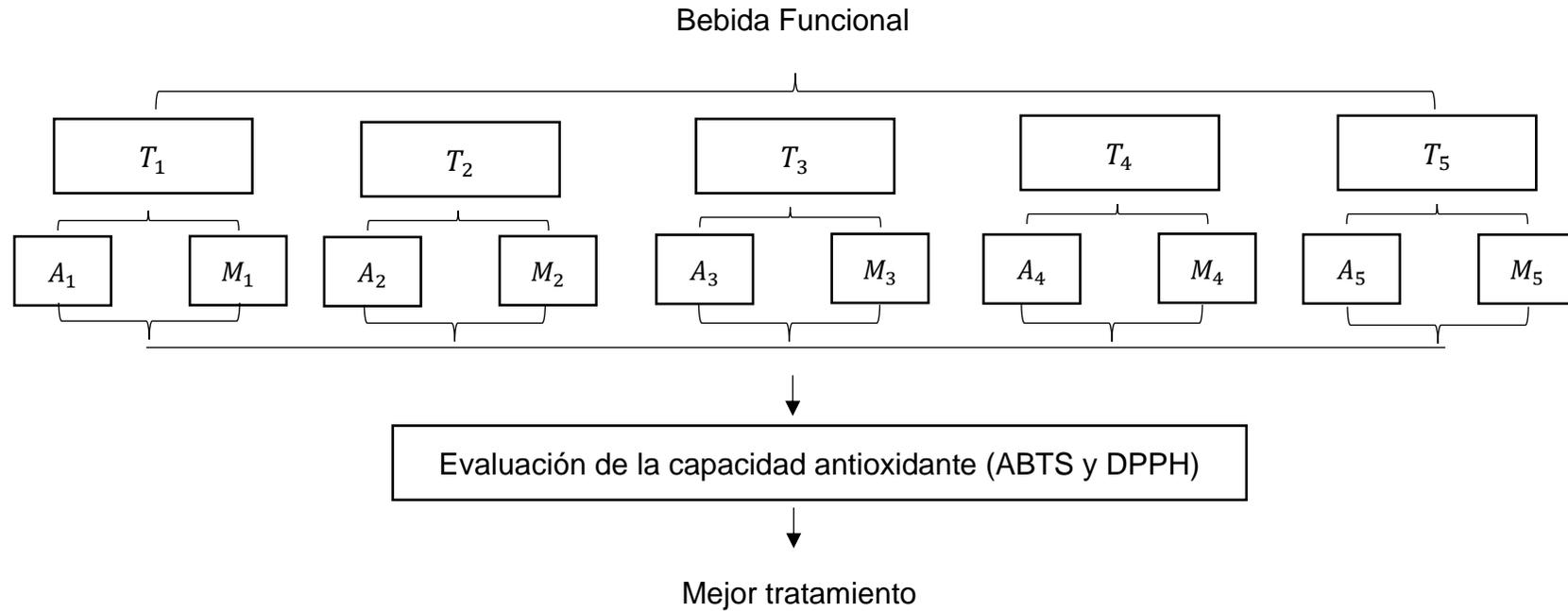


Figura 5: Diseño experimental propuesto para la evaluación de la actividad antioxidante

Donde:

$T_1 \dots T_5$ = Tratamientos 1 al 5 $A_1 \dots A_5$ = % Agua de arroz 1 al 5; $M_1 \dots M_5$ = % maracuyá 1 al 5

$T_1 (A_1:M_1)$: Agua de arroz (95%): Maracuyá (5%); $T_2 (A_2:M_2)$: Agua de arroz (90%): Maracuyá (10%); $T_3 (A_3:M_3)$: Agua de arroz (85%): Maracuyá (15%);

$T_4 (A_4:M_4)$: Agua de arroz (80%): Maracuyá (20%); $T_5 (A_5:M_5)$: Agua de arroz (75%): Maracuyá (25%)

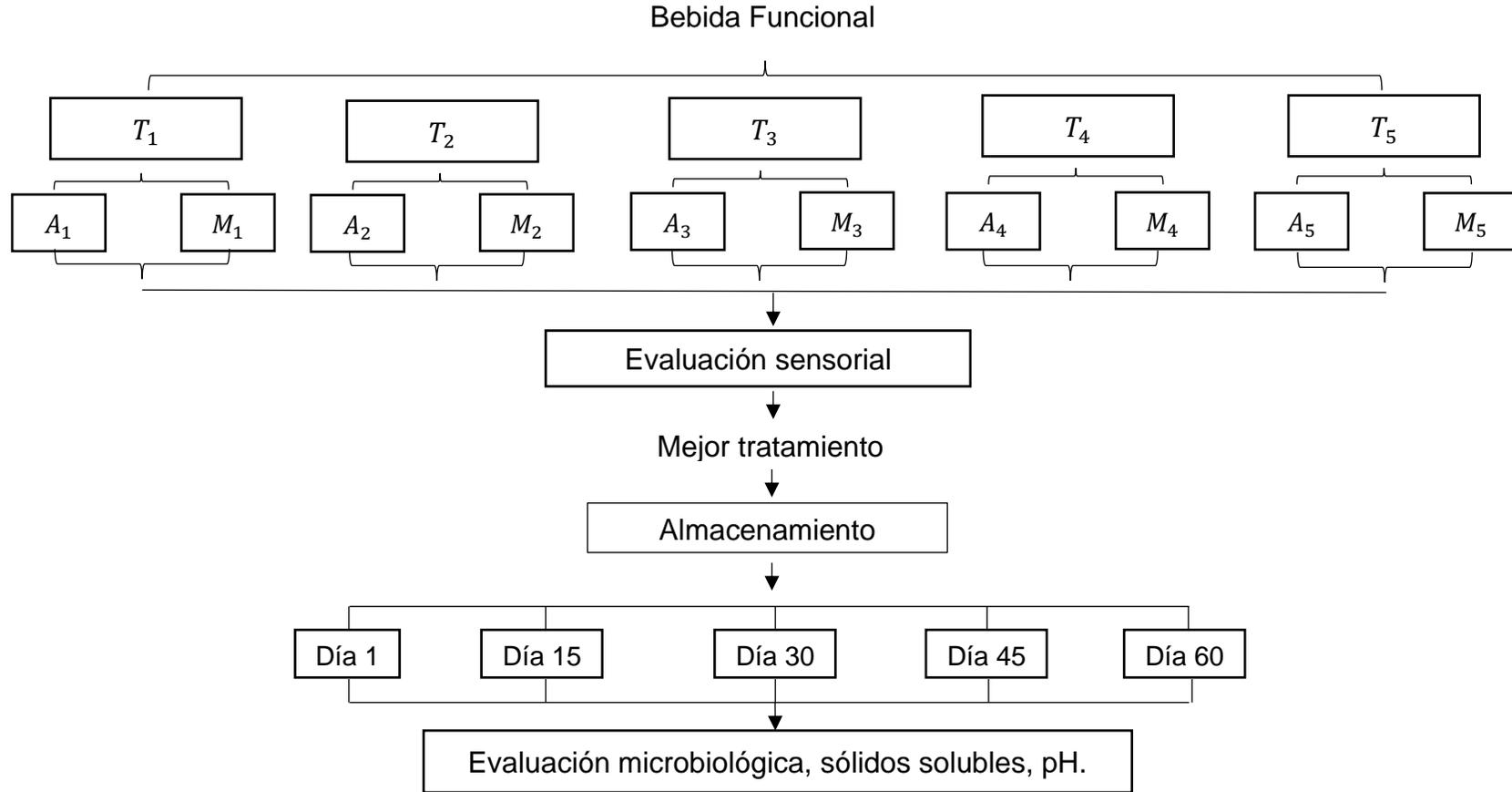


Figura 6: Diseño experimental para la evaluación sensorial, microbiológica, de pH y grados brix de la bebida más aceptable en el almacenamiento

3.7. Análisis estadístico

3.7.1. Determinación de la capacidad antioxidante

Los resultados de los diseños experimentales fueron evaluados estadísticamente empleando un diseño completo al azar DCA; con tres repeticiones para lo cual se utilizó el siguiente modelo matemático:

Modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Resultados de la actividad antioxidante.

μ = Efecto de la media general de las evaluaciones.

α_i = Efecto de los tratamientos.

E_{ij} = Error experimental.

Variables independientes: Tratamientos de la bebida funcional

Variables dependientes: Resultados de la actividad antioxidante (DPPH – ABTS). De existir significancia entre los tratamientos, se evaluó con la prueba Tuckey, con un nivel de significación del 5%. El análisis estadístico se realizó mediante el software STATGRAPHICS CENTURION, versión 15.2.

3.7.2. Caracterización sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial fueron evaluados estadísticamente empleando un diseño completo al azar DCA; para lo cual se utilizó el siguiente modelo matemático:

Modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Resultados de la evaluación sensorial.

μ = Efecto de la media general de las evaluaciones.

α_i = Efecto de los tratamientos.

E_{ij} = Error experimental.

Variables independientes: Tratamientos de la bebida funcional

Variables dependientes: Resultados de la caracterización sensorial. De existir significancia entre los tratamientos, se evaluó con la prueba de kruskal wallis con un nivel de significación del 5%. El análisis estadístico se realizó mediante el software STATGRAPHICS CENTURION, versión 15.2.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización fisicoquímica del arroz

Los resultados de la caracterización química del arroz se muestran en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Caracterización fisicoquímica del arroz

| Análisis | Resultado |
|----------------------|-----------|
| Humedad (%) | 11,16 |
| Ceniza (%) | 0.34 |
| Grasa (%) | 0,52 |
| Fibra cruda (%) | 0,71 |
| Proteína (%N x 6,25) | 6,30 |
| Carbohidratos (%) | 80,97 |

La humedad del arroz fue de 11,16%, similar a lo reportado por LAUREANO y AVELLANEDA (2018) quienes obtuvieron 11,26%.

El contenido de ceniza fue 0,34%, valor inferior a lo reportado por GUILLEN y ECHEGARAY (2016) quienes hallaron 0,52%, asimismo reportan 80,46% de carbohidratos, valor muy similar a los de esta investigación 80,97%.

Se obtuvo un porcentaje de grasa de 0,52%, valor menor al obtenido por RODRÍGUEZ (2007) quien determinó (1,7%), pudiendo deberse esto a que los resultados están expresados en base seca

El contenido de fibra del arroz fue 0,71%, superior a lo reportado por SALAZAR *et al.* (2019) quienes hallaron 0,51% y reportan 0,41% de grasa para arroz blanco, este valor es inferior a lo determinado en esta investigación 0,71%; los autores mencionan que el bajo contenido de grasa se debe a los procesos de pulido al que es sometido el arroz como parte de su procesamiento.

El porcentaje de proteína fue de 6,3%, similar a lo reportado por MIRANDA *et al.* (2017) quienes indican 6,29% e indican que las diferencias en la composición químico proximal se debe a las diferentes variedades de arroz.

4.2. Caracterización de la pulpa del maracuyá

Las características fisicoquímicas de la pulpa de maracuyá se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de maracuyá

| Análisis | Resultado |
|---------------------------------------|------------------|
| Humedad (%) | 83,09 |
| Ceniza (%) | 0,66 |
| Grasa (%) | 0,91 |
| Proteína (%N x 6,25) | 1,80 |
| Fibra cruda (%) | 0,30 |
| Carbohidratos (%) | 13,24 |
| pH | 2,80 |
| °Bx | 12,0 |
| Acidez titulable (% de ácido cítrico) | 4,33 |

La humedad de la pulpa de maracuyá fue de 83,09% valor similar a lo determinado por ALAFARO y ALONSO (2019) quienes reportan 83,83% pero inferior a lo reportado por OBREGON y OBREGON (2019) quienes indican 87,80%.

El contenido de proteína fue de 1,8% y de grasa 0,91%, resultados similares a los reportados por LIMA *et al.* (2017) quienes determinaron 1,46% de proteína y 1,09% de grasa.

Los resultados para fibra fueron casi indetectables 0,3%, resultados similares reportan ADEYEYE y AREMU. (2017) quienes no lograron determinar fibra en la pulpa de maracuyá e indican que el mayor contenido de fibra del maracuyá se encuentra en las semillas.

El contenido de ceniza fue de 0,66% valor inferior a lo señalado por PARDO (2015) quien reportó 0,98% e indica que el contenido de residuos inorgánicos podría ser óptimo para la formulación de subproductos del maracuyá.

Los carbohidratos encontrados en la pulpa de maracuyá fue 13,24%, inferior a lo indicado por CORREA (2018) quien reporta 16,63% e indican que estas diferencias aun siendo la misma fruta se debe a la variedad, condiciones de cultivo, etc.

Se encontró 12 °Bx en la pulpa de maracuyá y el pH 2,8 ambos valores son inferiores a lo señalado por PARDO *et al.* (2017) quienes reportan 13,76 °Bx y pH 3,12, asimismo indican que estos valores son óptimos para la formulación de bebidas, resultados similares reportan MARTINEZ *et al.* (2013) con un valor del pH de 2,51 y °Bx 11,67. OBREGON y OBREGON (2019) sostienen que los °Bx dependen del transporte de azúcares desde las hojas y reservas, por lo tanto, señalan que la pulpa de maracuyá contiene glucosa y fructuosa, asimismo precisan que el aumento de sólidos solubles indican un cierto aumento en la cantidad de azúcares reductores.

El contenido de acidez (% de ácido cítrico) fue 4,33 similar a lo reportado por CERQUERA *et al.* (2013) quienes reportan 4,42%, asimismo manifiestan que las variaciones del % de acidez se debe a las condiciones edafoclimáticas, madurez, así como también el lugar de procedencia.

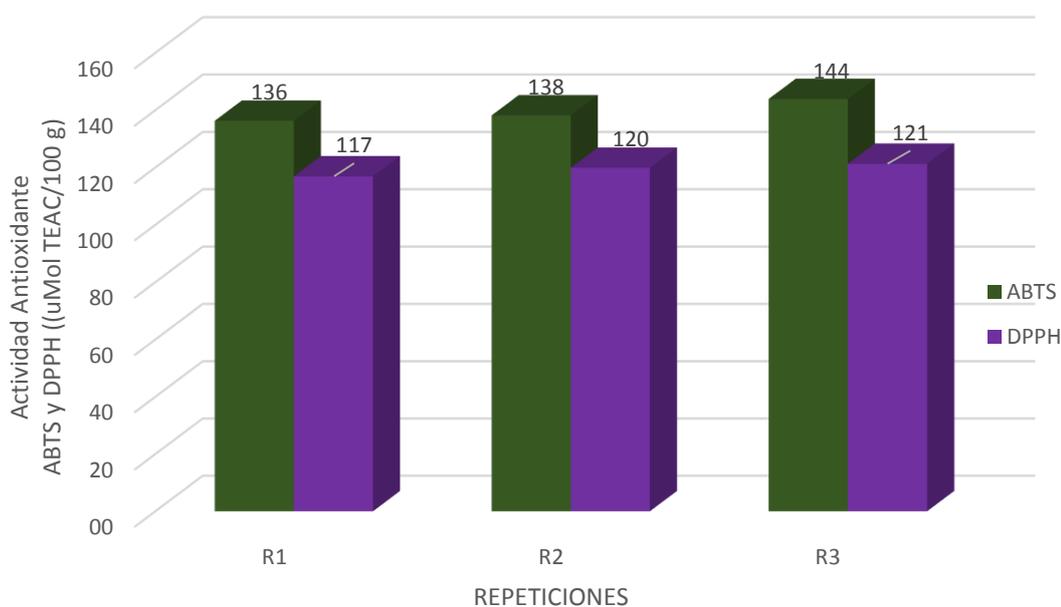
4.3. Actividad antioxidante (DPPH y ABTS^{•+}), de la pulpa de maracuyá

El resultado de la actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá se muestra en el Cuadro 9 y la Figura 7.

Cuadro 9. Actividad antioxidante (DPPH y ABTS^{•+}) de la pulpa de maracuyá

| | | Actividad antioxidante DPPH ($\mu\text{Mol TEAC}/100\text{g}$) | | | | | |
|----------|--|--|--|----------------|----------|----------|------|
| | | R ₁ | R ₂ | R ₃ | Promedio | Σ | CV |
| Maracuyá | | 116,90 | 119,89 | 121,29 | 119,36 | 2,24 | 1,88 |
| | | | Actividad antioxidante ABTS ^{•+} ($\mu\text{Mol TEAC}/100\text{g}$) | | | | |
| | | R ₁ | R ₂ | R ₃ | Promedio | Σ | CV |
| | | 136,28 | 138,18 | 143,88 | 139,44 | 3,96 | 2,84 |

Valores obtenidos para la actividad antioxidante DPPH y ABTS^{•+} de la pulpa de maracuyá, no indican diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$).

**Figura 7:** Resultados de la actividad antioxidante DPPA y ABTS de la pulpa de maracuyá

La elección de los métodos para determinar la actividad antioxidante depende principalmente de los compuestos de la materia prima, como polifenoles, fenoles, antocianinas (KUSKOSKI *et al.* 2005).

Los resultados de la actividad antioxidante DPPH y ABTS^{•+} de la pulpa de maracuyá oscilan entre 116,90 a 121,29 y 136,28 a 143,88 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{g}$

respectivamente, estos valores son inferiores a lo reportado por MARQUEZ *et al.* (2017) quienes estudiaron la actividad antioxidante de los 7 frutos de mayor consumo en Brasil, de los cuales para el maracuyá obtuvieron 270 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{g}$ de fruta, asimismo sostiene que los vegetales son ampliamente recomendados para estudios epidemiológicos, bioquímicos y nutricionales. RODRIGUEZ *et al.* (2010) reportan valores de actividad antioxidante DPPH de 150 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{g}$ en pulpa de maracuyá en su estado maduro e indican que el maracuyá es una fuente potencial de beneficios para la salud.

PARDO *et al.* (2017) sostienen que los componentes bioactivos responsables de la actividad antioxidante en la pulpa de maracuyá son los flavonoides, fenoles y taninos, asimismo indican que estos compuestos son referidos a las formulaciones para bebidas funcionales.

RICHELLE *et al.* (2001) sostienen que los flavonoides y otros fenoles tienen una importante actividad antioxidante con respecto a la vitamina C y E, asimismo indican que la actividad antioxidante de estos compuestos depende principalmente de la estructura individual y número de grupos hidroxilo.

4.4. Evaluación de la actividad antioxidante de la bebida

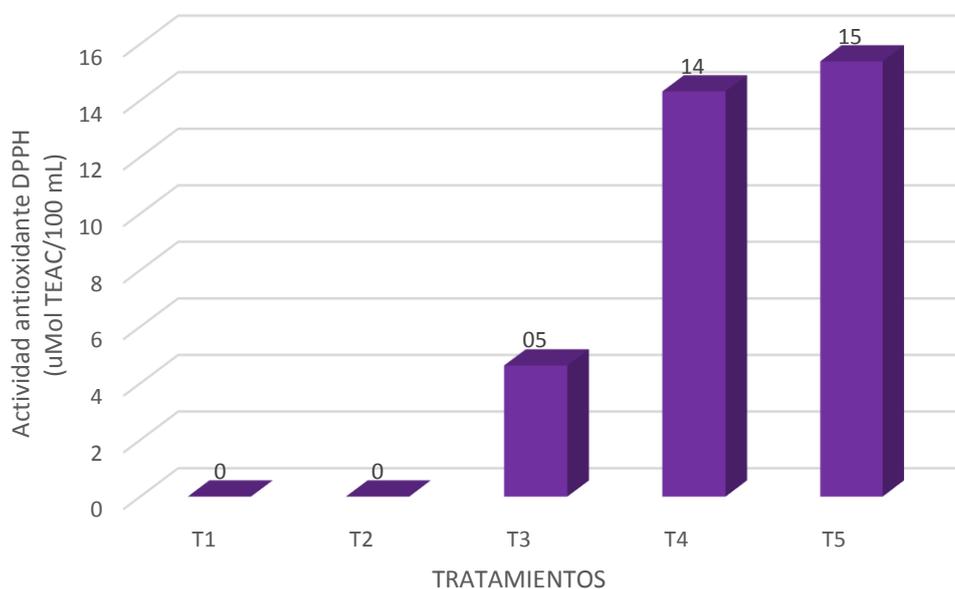
4.4.1. Capacidad para inhibir el radical 1,1 diphenyl - 2 - picryl - hydrazyl (DPPH)

Los resultados se reportan en el Cuadro 10 y las Figura 8.

Cuadro 10. Actividad antioxidante (DPPH) de la bebida funcional

| Actividad antioxidante DPPH | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|----------------|----------------|--------------------|----------|------|
| Tratamientos | ($\mu\text{Mol TEAC}/100\text{mL}$) | | | | σ | CV |
| | R ₁ | R ₂ | R ₃ | Promedio | | |
| T ₁ | N. D | N. D | N. D | 0 | 0 | 0 |
| T ₂ | N. D | N. D | N. D | 0 | 0 | 0 |
| T ₃ | 4,76 | 4,56 | 4,56 | 5,00 ^a | 0,12 | 2,49 |
| T ₄ | 14,92 | 14,52 | 13,52 | 14,66 ^b | 0,72 | 5,01 |
| T ₅ | 15,32 | 16,11 | 14,72 | 15,33 ^b | 0,70 | 4,55 |

(N.D: No Detectado), Valores de la actividad antioxidante DPPH de la bebida sin agua de arroz y CMC, indican diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$).

**Figura 8:** Actividad antioxidante DPPH de los tratamientos en estudio

Se encontró actividad antioxidante en 3 tratamientos (T₃, T₄, T₅), es decir en estos tratamientos las moléculas responsables de dicha actividad antioxidante se manifestaron en mayor concentración.

Los resultados fueron procesados estadísticamente donde se encontró diferencia significativa (Anexo A-II), para ello se realizó la comparación de los promedios mediante la prueba Tukey ($p \leq 0,05$) donde la mayor capacidad antioxidante se encontró en T₅ (15,33 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{mL}$), resultados inferiores a lo reportado por BELTRAN y URCIA (2018) con una actividad antioxidante DPPH entre 2517,5 $\mu\text{Mol TEAC}/100 \text{ mL}$ y 592,37 $\mu\text{Mol TEAC}/100 \text{ mL}$, dichos investigadores indican que la actividad antioxidante depende principalmente de la materia prima que se utiliza en la formulación, así mismo señalan que las temperaturas altas, diluciones, exposición de la pulpa al medio ambiente son factores directos para el bajo contenido de actividad antioxidante.

Valores superiores reportaron MAIA *et al.* (2019), estos autores estudiaron bebidas de ciruela con una concentración del 30% de pulpa encontraron 78,31 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{mL}$, cereza con 30% de pulpa (108,27 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{mL}$), uva con 30 % de pulpa (26,43 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{mL}$), la diferencia con los resultados de la presente investigación se debe a las concentraciones de la pulpa, además SATTAR *et al.* (2019) sostienen que los métodos convencionales de pasteurización tiene un efecto significativo en el bajo contenido de actividad antioxidante, recomiendan métodos con ultrasonido ya que con esta técnica la actividad antioxidante aumenta con el tiempo.

Valores inferiores son reportados por CLÍMACO *et al.* (2019), quienes estudiaron 3 formulaciones de bebidas mixtas de Cupuassu y té verde,

determinaron una actividad antioxidante DPPH de (14 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{mL}$ y 9 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{mL}$).

BURGOS y ESCOBEDO (2019) señalan que la disminución en la actividad antioxidante se debe a la cantidad de agua adicionadas durante la estandarización, argumento que fue corroborado en esta investigación.

4.4.2. Capacidad de inhibir el catión 2,2 - azinobis (3 - etilbenzotiazoline - 6 ácido sulfónico) (ABTS^{•+}).

Los resultados de la capacidad para inhibir el radical ABTS^{•+} se muestran en el Cuadro 11, estos datos evaluados estadísticamente mostraron diferencia altamente significativa y mediante la prueba de Tukey ($P < 0,05$) se estableció que el tratamiento que tiene mayor capacidad de inhibición es el T₅ (675 % de agua y 25 % de pulpa de maracuyá) con una media de (65 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{mL}$).

Cuadro 11. Actividad antioxidante (ABTS^{•+}) de la bebida funcional

| Tratamientos | Actividad antioxidante ABTS ^{•+} | | | | σ | CV |
|----------------|---|----------------|----------------|--------------------|----------|------|
| | ($\mu\text{Mol TEAC}/100\text{mL}$) | | | | | |
| | R ₁ | R ₂ | R ₃ | Promedio | | |
| T ₁ | N. D | N. D | N. D | 0 | 0 | 0 |
| T ₂ | N. D | N. D | N. D | 0 | 0 | 0 |
| T ₃ | 8,89 | 8,26 | 8,57 | 8,66 ^a | 0,32 | 3,70 |
| T ₄ | 28,85 | 30,76 | 34,88 | 31,66 ^b | 3,08 | 9,77 |
| T ₅ | 59,59 | 66,56 | 67,83 | 65,00 ^c | 4,44 | 6,86 |

(N.D: No Detectado), Valores de la actividad antioxidante ABTS^{•+} de la bebida, indican diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$).

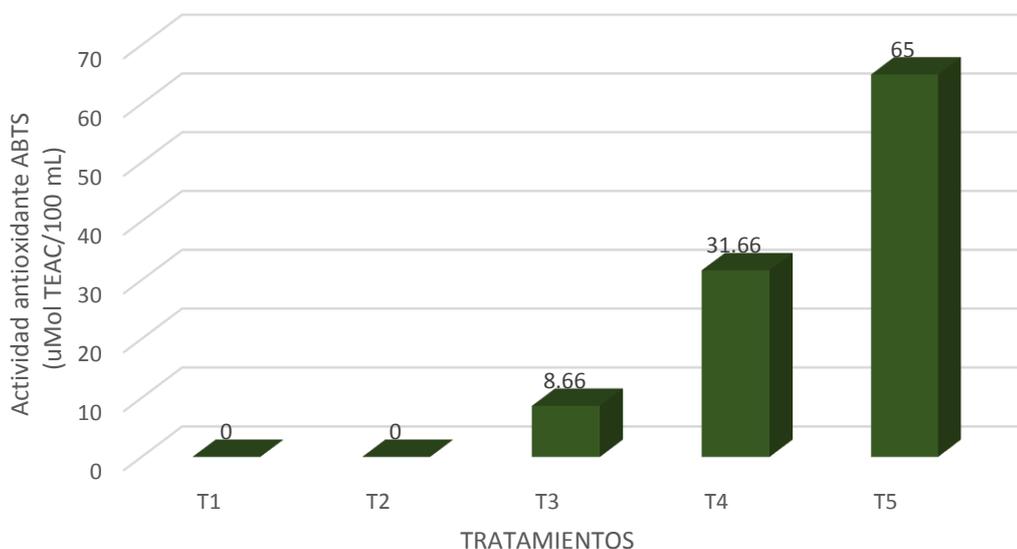


Figura 9: Actividad antioxidante de los tratamientos frente al radical libre ABTS^{•+}

Estos valores son inferiores a los reportados por RIOJA *et al.* (2018) quienes determinaron la capacidad antioxidante ABTS de una bebida no láctea a base de quinua encontrando un valor de 176,1 $\mu\text{Mol TEAC/ L}$, asimismo sostienen que las bebidas con actividad antioxidante son una buena opción para su consumo. Por otro lado, LONDOÑO *et al.* (2013) reportan valores de actividad antioxidante ABTS de 3424,0 a 2373, 5 $\mu\text{Mol TEAC/100 mL}$, afirman que el método ABTS es más sensible a los cambios en la actividad antioxidante ya que los componentes responsables de la actividad antioxidante son más susceptibles al tiempo de almacenamiento. ROJAS *et al.* (2017) determinaron la capacidad antioxidante ABTS de un néctar de tomate de árbol reportando 200 $\mu\text{Mol TEAC/100 mL}$. PULIDO *et al.* (2003) reportan 152 $\mu\text{Mol TEAC/100 mL}$ en jugo de naranja.

En los tratamientos 1 y 2 no se determinó actividad antioxidante, al respecto KUSKOSKI *et al.* (2005) manifiestan que la actividad antioxidante de las bebidas depende principalmente de la concentración de los componentes o extractos. Sin embargo, SANTANDER *et al.* (2017) sostienen que la concentración del jugo o pulpa de frutas en las bebidas no tiene influencia en la actividad antioxidante del producto final.

REŽEK *et al.* (2017) evaluaron la actividad antioxidante en néctar de arándanos encontrando valores de 181,492 a 192,445 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{mL}$, valores mayores a los obtenidos en la presente investigación, esto puede deberse a que en su estudio aplicaron otra tecnología en el procesamiento (ultrasonido de potencia – termosonicación), esta diferencia también puede deberse al uso de arándanos como materia prima.

La capacidad para inhibir el radical libre ABTS de la bebida en estudio fue mayor a los valores reportados por CLÍMACO *et al.* (2019) quienes indican valores de 47 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{ mL}$, 46 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{ mL}$ y 42 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{ mL}$ para bebidas mixtas de cupuassu y té verde, sin embargo, fueron inferiores a lo reportado por BAZALAR *et al.* (2020), quienes estudiaron un néctar de fruto de *Physalis peruviana* L, determinando 348 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{ mL}$.

4.5. Evaluación sensorial de la bebida

Los promedios de los resultados de la evaluación sensorial por atributos evaluados en los diferentes tratamientos se muestran en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Resultados de la evaluación de la aceptabilidad sensorial

| Atributos | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | T ₅ |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Aroma | 5,53 ± 0,95 ^a | 5,28 ± 1,13 ^a | 5,75 ± 1,08 ^a | 5,90 ± 1,26 ^a | 6,96 ± 0,40 ^b |
| Color | 4,87 ± 1,22 ^a | 5,53 ± 1,06 ^a | 5,93 ± 1,00 ^{ab} | 6,28 ± 1,22 ^{bc} | 7,03 ± 1,44 ^{bc} |
| Sabor | 4,62 ± 1,15 ^a | 4,40 ± 1,39 ^a | 4,37 ± 1,55 ^a | 4,93 ± 1,87 ^a | 7,12 ± 2,17 ^b |
| Textura | 5,28 ± 1,42 ^a | 5,28 ± 1,44 ^a | 5,21 ± 1,37 ^a | 5,71 ± 1,05 ^b | 6,25 ± 1,29 ^b |
| Apariencia | 4,78 ± 1,34 ^a | 5,37 ± 1,00 ^{ab} | 5,68 ± 1,31 ^b | 5,96 ± 1,09 ^b | 6,93 ± 1,35 ^{bc} |

Valores de la misma columna con súper índices diferentes presentan diferencia estadísticamente significativa

La escala hedónica de 9 puntos fue adaptada de JAEKEL *et al.* (2010), que fue usada por ALFARO (2019) en su trabajo “diseño de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de pulpa de mango (*Mangifera indica* L.), noni (*Morinda citrifolia*) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)”.

Los puntajes de los atributos oscilan de 4,37 a 7,12. ADELOYE y AGBOOLA (2020) reportan promedios desde 6,60 hasta 7,20 en una escala hedónica de 9 puntos, los autores señalan que la aceptabilidad por parte de los consumidores aumenta de acuerdo con la concentración de fruta en la bebida, esta afirmación se corroboró en la investigación ya que el tratamiento más aceptable fue el que tuvo mayor porcentaje de pulpa de maracuyá.

En la Figura 10 se presenta el perfil sensorial de los tratamientos.

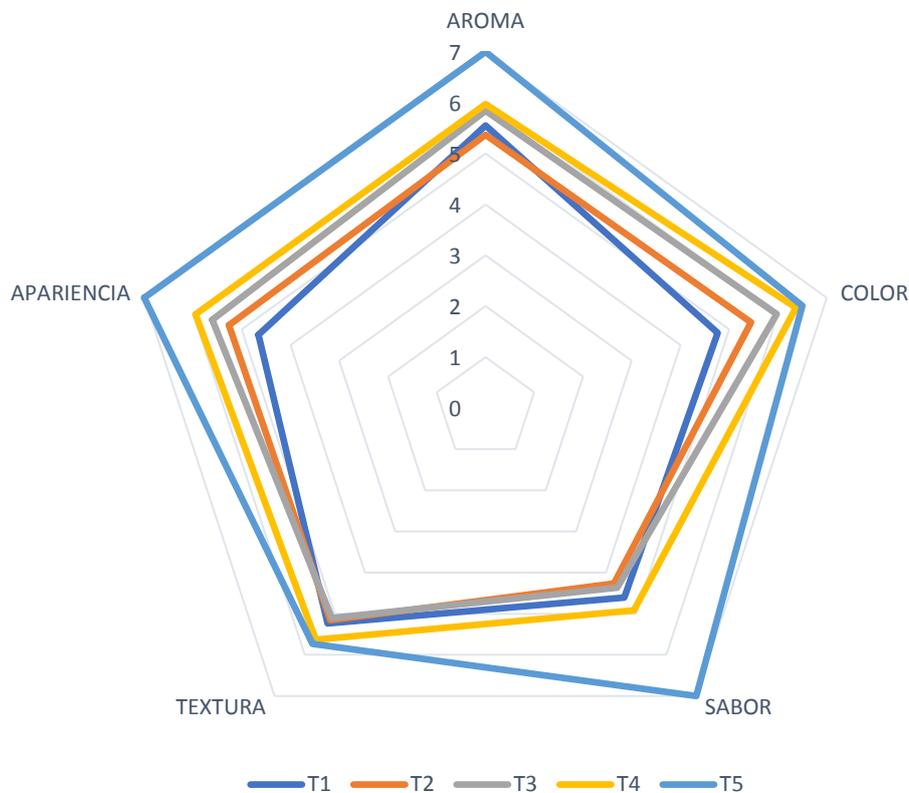


Figura 10: Perfil sensorial de los tratamientos

Finalmente, con los resultados de los datos en el software STATGRAPHICS CENTURION, versión 15 y el gráfico radial se concluye que el tratamiento con mejores atributos sensoriales es el TRATAMIENTO 5, con las concentraciones de 75% de agua de arroz y 25% de pulpa de maracuyá.

4.6. Caracterización fisicoquímica de la bebida funcional

Los resultados de la caracterización fisicoquímica de la bebida funcional más aceptada sensorialmente y con mayor actividad antioxidante (T₅) se muestran en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Caracterización fisicoquímica de la bebida funcional

| Análisis | Resultado |
|----------------------|------------------|
| Humedad (%) | 83,8 |
| Ceniza (%) | 0,57 |
| Grasa (%) | 0,12 |
| Proteína (%N x 6,25) | 2,50 |
| Fibra cruda (%) | 0.20 |
| Carbohidratos (%) | 12.81 |
| pH | 3,40 |
| Acidez titulable (%) | 1,95 |
| °Bx | 3,00 |

El contenido de humedad de la bebida fue de 83,8%, este valor es inferior a lo reportado por ROJAS *et al.* (2017) quienes indican 89,45%.

El contenido de proteínas fue de 2,5%, este valor es superior a lo reportado por VALENCIA *et al.* (2015) quienes determinaron 2,03 %. ENCINA *et al* (2011), sostiene que el contenido de proteínas depende principalmente de la materia prima usada en la formulación, además indica que un factor importante es la dilución de pulpa en agua.

Según indica la Norma Técnica Peruana (NTP 203.110-2009) el valor del pH de bebidas, jugos y néctares debe ser inferior a 4,5, en esta investigación se cumple con esta disposición ya que el tratamiento 5 que tuvo mayor aceptación por los panelistas tuvo un pH de 3,40.

La acidez que se obtuvo fue de 1,95%, este valor es superior a lo reportado por JUAREZ *et al.* (2016), quienes determinaron una acidez de 1,59% e indican que el contenido de acidez depende de la acidez de los componentes de la bebida.

OLIVEIRA *et al* (2018), reportan valores de 20,0 a 20,4 °Bx para bebidas a base de suero y extracto de soya, en este estudio se determinó 3,0 °Bx, esto se debe al uso de la Stevia como edulcorante.

4.7. Evaluación de la bebida durante el almacenamiento.

El Tratamiento 5 (75% de agua de arroz y 25% de pulpa de maracuyá) fue llevado a almacenamiento refrigerado por 2 meses para la evaluación microbiológicamente de pH y °Bx.

4.7.1. Análisis microbiológico

Los resultados del análisis microbiológico se muestran en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Resultados de la evaluación microbiológica en el almacenamiento

| M.O | Días | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | <u>NTS 071 MINSA/DIGESA</u> <u>- V.01</u> |
|-----------------------------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--|
| | | | | | | | |
| Hongos y levaduras (UFC/g) | | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 10/mL |
| Coliformes totales (NMP/g) | | <3 | <3 | <3 | <3 | <3 | <3/mL |
| Aerobios mesofilos | | <10 ² | 10 ² /mL |

Fuente: Elaboración propia, resultados en base a la Norma Sanitaria 071 – MINSA/DIGESA, que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

AMPOFO-ASIAMA y QUAYE (2019) recomiendan que el almacenamiento para bebidas debe ser a 4 °C, respecto a las condiciones de almacenamiento de jugo de guanábana reportaron un incremento significativo de aerobios mesófilos después de 1,5 semanas de almacenamiento a 10 y 25 °C, además indican que el pH es una variable importante para la proliferación de microorganismos en las bebidas, por lo tanto, esta variable debe ajustarse a las recomendaciones de las normas vigentes.

HU *et al.* (2020) estudiaron la seguridad alimentaria durante almacenamiento refrigerado de jugo de jabuticaba en la cual no reportaron presencia de Coliformes expresados en UFC/mL, en esta investigación no se encontró presencia de esta bacteria durante los 2 meses de almacenamiento a 4 °C; por lo tanto, se concuerda con los resultados de los autores y se cumple lo establecido con la norma sanitaria.

EMELIKE y OBINNA (2020) reportan la proliferación de hongos en jugo de anacardo a los 7 días de almacenamiento a 4 °C, en esta investigación se determinó presencia de estos microorganismos, pero en mínima proporción; este conteo se encontraba inferior al límite recomendado por la norma técnica vigente.

Con respecto a la proliferación de hongos y levaduras, GHOSH *et al.* (2019) recomiendan usar la técnica de ultrafiltración ya que la levadura y el hongo no pueden atravesar la membrana, es por ello que en su estudio el recuento fue nulo para el jugo ultrafiltrado (hasta el día 60), además sostienen que los recuentos de microorganismos aumentan según el periodo y las condiciones de almacenamiento.

4.7.2. Evaluación del pH

Los resultados de la evaluación del pH de la bebida durante el almacenamiento se muestran en el Cuadro 15 y en la Figura 11.

Cuadro 15. Resultados de la evaluación del pH durante el almacenamiento.

| Días | pH | T °C |
|------|------|------|
| 0 | 3,40 | 27,3 |
| 15 | 3,50 | 25,1 |
| 30 | 3,51 | 26,8 |
| 45 | 3,52 | 27,0 |
| 60 | 3,54 | 26,3 |

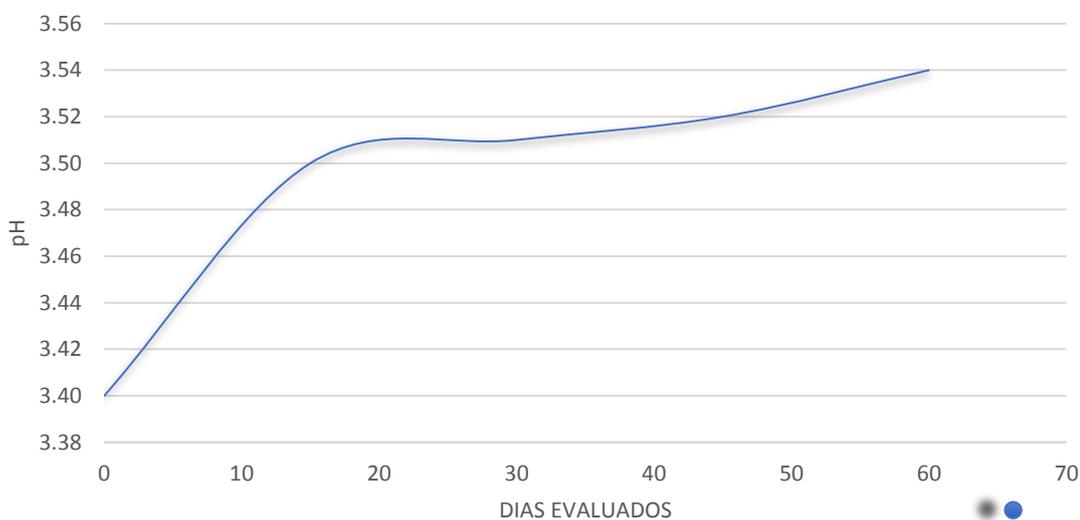


Figura 11: Variación del pH de la bebida en el almacenamiento

El valor del pH varió de 3,40 a 3,54 mostrando un mínimo incremento en los primeros 15 días para posteriormente mantenerse estable hasta el día 60

de almacenamiento. VALENCIA *et al.* (2015) sostienen que el incremento del pH en los primeros días de almacenamiento se debe al efecto conjunto de los componentes, esta misma tendencia fue reportado por FRANCO *et al.* (2016) quienes evaluaron el efecto del tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, antioxidantes y anti proliferativa de néctar de agraz, reportando valores para el pH de 3,06 a 3,25 e indican que el tiempo de almacenamiento no alteró esta variable. AL-HINDI y ABD EI GHANI (2020), reportan un pH de 4,03 a los 30 días de almacenamiento de una bebida a base de granada.

SANTANDER *et al.* (2017) en su trabajo evaluación de propiedades antioxidantes y fisicoquímicas de una bebida mixta durante almacenamiento refrigerado determinaron que el valor del pH se mantuvo constante durante 28 días de almacenamiento, al respecto MAMANI (2017) recomienda que el valor del pH debe mantenerse estable durante el almacenamiento para evitar la fermentación que es uno de los defectos más comunes en la elaboración de bebidas.

AMPOFO *et al.* (2020) estudiaron una bebida de Burkina reportando un pH 3,47 a los 15 días de almacenamiento a 4 °C, estos resultados son similares a los obtenidos en la presente investigación (3,50 en 15 días de almacenamiento refrigerado). JABEEN *et al.* (2019) evaluaron el efecto de la Stevia en una bebida de guayaba reportando un valor del pH a los 60 días de almacenamiento de 3,82, valor superior al de esta investigación.

4.7.3. Evaluación de los °Bx

Los resultados de la evaluación de los °Bx se muestran en el cuadro 16.

Cuadro 16: Evaluación de los °Bx durante el almacenamiento.

| Días evaluados | °Bx |
|----------------|------|
| 0 | 3,00 |
| 15 | 3,00 |
| 30 | 3,00 |
| 45 | 2,50 |
| 60 | 2,00 |

Los °Bx de la bebida fueron bajos 2 a 3 °Bx durante 60 días de almacenamiento refrigerado debido a que la bebida fue edulcorada con Stevia, los °Bx detectados por el refractómetro son de la pulpa de maracuyá, en el Cuadro 8 se reportó 12 °Bx en la pulpa de maracuyá que, al ser mezclada con el agua de arroz disminuyó a 3 °Bx. SALAR *et al* (2020) evaluaron una bebida de cítricos y maqui edulcorada con Stevia reportando 7,7 °Bx a los 90 días de almacenamiento a 4 °C protegido de la luz. SANTANA *et al.* (2020) reportan 4,80 °Bx en jugo de marañón clarificado a los 28 días de almacenamiento. AHMAD *et al.* (2020) indican que la Stevia es ampliamente utilizada para sustituir la sacarosa así mismo como ingrediente para alimentos funcionales.

V. CONCLUSIONES

- El arroz presentó las siguientes características: Humedad (11,16%), ceniza (0,34%), grasa (0,52%), fibra cruda (0,71%), proteína (6,3%), carbohidratos (80,97%). La pulpa de maracuyá: Humedad (83,09%), ceniza (0,66%), grasa (80,91%), proteína (1,8%), fibra cruda (0,3%), carbohidratos (13,24%), pH (2,8), °Bx (12,0), Acidez titulable, % de ácido cítrico (4,33%).
- La actividad antioxidante DPPH del maracuyá fue 119,36 ($\mu\text{Mol TEAC}/100\text{g}$), ABTS 139,44 ($\mu\text{Mol TEAC}/100\text{g}$), de los tratamientos: DPPH de 5 a 15,33 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{ mL}$, ABTS de 8,66 a 65,00 $\mu\text{Mol TEAC}/100\text{ mL}$.
- La bebida funcional más aceptada y con mayor actividad antioxidante fue la elaborada con 75% de agua de arroz y 25% de pulpa de maracuyá, calificada como “me gusta bastante” en aroma, color, sabor y apariencia y “me gusta ligeramente” en textura.
- La bebida más aceptada presentó las siguientes características: Humedad (83,8 %), ceniza (0,57%), grasa (0,12%), proteína (2,5%), fibra cruda (0,2%), carbohidratos (12,81%), pH (3,4), Acidez titulable (1,95%), °Bx (3).
- El análisis microbiológico de la bebida almacenada a 4 °C durante 2 meses indica que es apto para su consumo. El pH varió de 3,34 a 3,53 encontrándose dentro del rango establecido para bebidas, los °Bx variaron de 2 a 3° durante el almacenamiento.

VI. RECOMENDACIONES

En vista de los excelentes resultados obtenidos en la presente investigación, es conveniente continuar estudiando la bebida, recomendándose:

- Evaluar el color de la bebida (Colorimetría).
- Evaluar la estabilidad y vida útil a diferentes temperaturas de almacenamiento.
- Realizar el estudio de mercado para su comercialización.
- Utilizar mayor concentración de CMC y homogenizar para evitar la separación de fases, debido a que la pulpa de maracuyá suele precipitarse.

VII. ABSTRACT

In order obtain and evaluate a functional drink made from rice water, flavored with passion fruit, and sweetened with stevia, a physicochemical characterization of the rice, passion fruit pulp, and of the most accepted drink was done. Five treatments were elaborated with different concentrations of rice water (75, ..., 90. 95%) and passion fruit pulp (25, ..., 10, 5%), and a constant concentration of stevia. They were evaluated for the antioxidant activity (DPPH and ABTS) and their sensory acceptance, with the goal of determining the treatment which has the greatest antioxidant activity and the greatest acceptance. While being stored for two months at 4°C, the microbiological, pH and °Bx analyses were done. The rice presented the following characteristics: humidity (11.16%), ash (0.34%), fat (0.52%), raw fiber (0.71%), protein (6.3%), and carbohydrates (80.97%). For the passion fruit pulp, they were: humidity (83.09%), ash (0.66%), fat (80.91%), protein (1.8%), raw fiber (0.3%), carbohydrates (13.24%), pH (2.8), °Bx (12), titratable acidity (4.33% citric acid), DPPH antioxidant activity 119.36 ($\mu\text{Mol TEAC}/100\text{g}$), and ABTS 139.44 ($\mu\text{Mol TEAC}/100\text{g}$). The functional drink presented the following characteristics: humidity (83.8%), ash (0.57%), fat (0.12%), protein (2.5%), raw fiber (0.2%), carbohydrates (12.81%), pH (3.4), titratable acidity (1.95%), and °Bx (3). The treatment with 75% rice water and 25% passion fruit pulp presented the greatest inhibition capacity for the DPPH radical (15.33 $\mu\text{Mol TEAC}/100 \text{ mL}$), the ABTS radical (65 $\mu\text{Mol TEAC}/100 \text{ mL}$) and the greatest sensory acceptance. The microbiological evaluation after storage indicated that it is within the required standards. The pH varied from 3.4 to 3.54 and the °Bx from 2 to 3.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADELOYE, B., AGBOOLA, R. 2020. Propiedades bioactivas, composición química y aceptación sensorial de mezclas de jugos de naranja y langosta africana (*Parkia Biglobosa*). Revista de ciencia y tecnología culinarias, 1–18. doi: 10.1080 / 15428052.2020.1808135.
- ADEYEYE, E., AREMU, M. 2017. Chemical composition of the raw fruit coat, seed and pulp of passion fruit (*Passiflora edulis*). Journal Trends in Science & Technology,2, 334-341.
- AHMAD, J., KHAN, I., BLUNDELL, R., AZZOPARDI, J., MAHOMOODALLY, M. 2020. Stevia rebaudiana Bertoni.: an updated review of its health benefits, industrial applications and safety. Trends in Food Science & Technology. doi: 10.1016/j.tifs.2020.04.030
- ALFARO, A., ALONSO, A. 2019. Evaluación de la aceptabilidad de un néctar de mango-maracuyá (*Mangifera indica-Passiflora edulis*) enriquecida con proteína (albumen) y Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*).
- ALFARO, C. 2019. Diseño de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de pulpa de mango (*Mangifera indica* L.), noni (*Morinda citrifolia*) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.).
- AL-HINDI, R., ABD EI GHANI, S. 2020. Producción de bebidas lácteas fermentadas funcionales suplementadas con extracto de cáscara de

granada y bacterias probióticas del ácido láctico. Rev. de Calidad Alimentaria, 2020.

AMPOFO-ASIAMA, J., QUAYE, B. 2019. Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad fisicoquímica, nutricional y microbiológica del jugo de guanábana pasteurizada (*Annona muricata* L.). Rev. africana de ciencia de los alimentos, 13 (2), 38-47.

AMPOFO, J., MAMUDU, H., EMERUWA, H., OWUSU, O., QUEYE, B. 2020. Cambios de calidad durante el almacenamiento de la bebida de Burkina (una bebida a base de mijo y leche). Asian Food Science Journal, 15 (2), 1-5. <https://doi.org/10.9734/afsj/2020/v15i230146>.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 2012. Official Methods of Analysis. The scientific dedicated to analytical Excellence. Gaithersuburgh, Maryland, USA.: AOAC International.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 2005. Official Methods of Analysis. The scientific dedicated to analytical Excellence. Gaithersuburgh, Maryland, USA.: AOAC International.

AVELLO M., SUWALSKY M. 2006. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Atenea, (494). [fecha de Consulta 4 de octubre de 2019]. ISSN: 0716-1840. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=328/32849410>.

ÁVILA, P., ALVES, D., CARDOZO, O., MONKS, F., GULARTE, A., ELIAS, C. 2017. avaliação sensorial de bebida sem lactose a base de arroz, butiá y pitanga vermelha. Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp, 824-835 p.

- BATALLA, M. 2007. Antioxidantes presentes en los alimentos: vitaminas, minerales y suplementos. *Offarm: farmacia y sociedad*, 26(10), 79-86.
- BAZALAR, S., NAZARENO, A., VITURRO, I. 2020. Formulación optimizada de un néctar de fruto de (*Physalis peruviana* L). caracterización fisicoquímica, rasgos sensoriales y propiedades antioxidantes. *Revista de ciencia y tecnología de los alimentos*. doi: 10.1007 / s13197-020-04358-w.
- BECERRA, G., JHOJANNI, A. 2019. Elaboración de una infusión filtrante a base de hojas de mango (*Mangifera indica* L.), cola de caballo (*Equisetum bogotense* L.) y estevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) para evaluar su aceptabilidad sensorial.
- BELTRÁN, O., URCIA M. 2018. Formulación de una bebida funcional a base de pulpa de aguaymanto (*Physalis peruviana*) y camu camu (*Myrciaria dubia*) edulcorado con stevia.
- BONILLA, P., QUISPE, F., NEGRÓN, L., ZAVALA, I. 2015. compuestos bioactivos y análisis sensorial de una bebida funcional de maíz morado (*Zea mays* L.) y estevia (*Stevia* SP.). *Ciencia e Investigación*, 18(1), 37-42.
- BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, ME., BERSET, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Sci. Technol., Massy*. 28(1): 25:30.
- BURGOS, M., ESCOBEDO, D. 2019. Actividad antioxidante de una bebida refrescante elaborado a partir de harina de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*).

- BUTU, M; RODINO, S. 2019. Bebidas a base de frutas y verduras: propiedades nutricionales y beneficios para la salud. En Bebidas naturales (págs. 303-338). Prensa académica.
- CERQUERA, N., PARRA, A., CAMACHO, J. 2013. Determinación de variables de secado en lámina para la deshidratación de pulpa de maracuyá. Rev. Colombiana De Ciencias Hortícolas, 6(2), 172-182. <https://doi.org/10.17584/rcch.2012v6i2.1975>.
- CHIROQUE C., DIOSES J., MASIAS E. 2019. Elaboración y caracterización de una bebida funcional a partir de la granada (*Punica granatum* L.), edulcorado con Estevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en la ciudad de Piura–Perú, 2019.
- CLÍMACO, N., KELLY, V., ABREU, G., LEMOS, T., LÚCIA, A., PEREIRA, F. 2019. Néctar mixto de cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) y té verde y el efecto de los conservantes y el almacenamiento sobre las características nutricionales y sensoriales. J. food Nutr. Res, 7 (5), 361-369.
- COLINA, J., GUERRA, M. 2009. obtención y evaluación de arroz integral de cocción rápida. Interciencia, 34 (10), 736-741.
- CONTRERAS, P., SALINAS, P., PAOLA J. 2018. Elaboración y evaluación de una bebida funcional a partir de yacón (*Smallantus sonchifolius*) y piña (*ananas comusus*) endulzado con stevia.
- CORREA, S. 2018. Formulación y evaluación de las características fisicoquímicas de una bebida nutritiva elaborada a partir de maracuyá (*passiflora edulis*) y quinua (*chenopodium quinoa willd*).

- CUEVA, C., JHANINA, S. 2018. Formulación y evaluación de las características fisicoquímicas de una bebida nutritiva elaborada a partir de maracuyá (*Passiflora edulis*) y quinua (*Chenopodium quinoa willd*).
- EMELIKE, J., OBINNA, C. 2020. Efecto de la pasteurización y las temperaturas de almacenamiento sobre las propiedades fisicoquímicas y la calidad microbiológica del jugo de anacardo. *Revista estadounidense de ciencia y tecnología de los alimentos*, 8 (2), 63-69.
- ENCINA Z., CHRISTIAN R., CARPIO R., LAURA J. 2011. Máxima retención de ácido ascórbico, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tumbo. *Ingeniería Industrial*, Universidad de Lima, Perú. (29):225-245.
- FLORES, E., FLORES, E DEL P. 2018. Estabilidad de los niveles de antocianinas, fenoles totales y actividad antioxidante de las bebidas obtenidas del maíz morado (*Zea mays* L.) y la uña de gato (*Uncaria tomentosasp*). *Información tecnológica*, 29(2), 175-184. <https://dx.doi.org/10.4067/S071807642018005>.
- FRANCO, N., ROJANO, A., ÁLZATE, F., MORALES, M., MALDONADO, E. 2016. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, antioxidantes y antiproliferativa de néctar de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 66(4), 261-271.
- GHOSH, P., GARG, S., MOHANTY, I., SAHOO, D., PRADHAN, C. 2019. Estudio de comparación y almacenamiento de jugo de jamun clarificado

- ultrafiltrado (*Syzygium cumini*). Revista de ciencia y tecnología de los alimentos. doi: 10.1007 / s13197-019-03648-2.
- GONZÁLES, J., ESPINOZA, R. 2017. Procesamiento de una bebida nutritiva a base de alfalfa (*Medicago sativa*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) "Alfamar". Infinitum. 7(1).
- GUIDI, A., ARANDIA M. 2010. Obtención de pectina a partir de la cáscara de maracuyá mediante hidrólisis ácida. Journal Boliviano de Ciencias, 67.
- GUILLEN, C., ECHEGARAY, A. 2016. Elaboración de Galletas a base de Arroz (*Oryza Sativa*) y Maíz (*Zea Mays*) enriquecidas con Chía (*Salvia Hispánica* L.), orientada al consumo para Celiacos, diseño y construcción de un Molino de Discos.
- HU, Y., WANG, C., CHEN, Y. 2020. Efectos del procesamiento a alta presión y la pasteurización térmica sobre la calidad y la seguridad microbiológica del jugo de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) durante el almacenamiento en frío. Revista de ciencia y tecnología de los alimentos, 1-11.
- HUIZA, Y. 2014. Evaluación de los parámetros óptimos para la aceptabilidad del néctar mix sauco (*Sambucus peruviana* L.) y maracuya (*Passiflora edulis*).
- ILYASOV, R., BELOBORODOV, L., SELIVANOVA, A., TEREKHOV, P. 2020. Ensayo de decoloración ABTS / PP de las vías de reacción de la capacidad antioxidante. Revista Internacional de Ciencias Moleculares, 21 (3), 1131.
- JABEEN, F., WAHAB, S., HASHMI, M., MEHMOOD, Z., RIAZ, A., AYUB, M., MUNEEB, M. 2019. Extracto líquido de stevia como sustituto de la

sacarosa en la preparación de la bebida de guayaba. BOLETÍN AMBIENTAL FEB-FRESENIUS, 233.

JAEKEL, Z., RODRIGUES, S., SILVA, D. 2010. Avaliação físico-química y sensorial de bebidas com diferentes proporções de extratos de soja e de arroz. Food Science and Technology (Campinas).

JUÁREZ, C., LEONARDO, S., ROQUE, L. 2016. Influencia del porcentaje de adición de quinua (*Chenopodium quinoa*), piña (*Ananas comosus* L. Merr) y nivel de dilución en la fortificación del néctar de manzana (*Malus domestica*) sobre la calidad del producto. Agroindustrial Science, 6(1), 97-105.

KUSKOSKI, E., ASUERO, G., TRONCOSO, M., MANCINI-FILHO, J., FETT, R. 2005. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. Food Science and Technology, 25(4),726732. <https://doi.org/10.1590/S010120612005006>.

LAUREANO, E., AVELLANEDA, R. 2018. Influencia de la temperatura de extrusión en la calidad de un snack elaborado a base de pallar (*phaseolus lunatus*) y arroz (*oryza sativa*).

LIMA, A., MARQUES, M., MENDES, F., VIEIRA, P., DINIZ, D., GUEDES, M. 2017. Antioxidant activity and physicochemical analysis of passion fruit (*Passiflora glandulosa* Cav.) pulp native to Cariri region. Acta Scientiarum. Biological Sciences, 39(4), 417-422.

LUNA, A., OLIVIA, L., LARA, F. 2010. Evaluación físicoquímica de dos variedades de arroz, blanco (*Oryza sativa* L.) y morado (*Oryza sativa*

violacea) para determinar cualidades nutricionales. /felix santana, aldaco luna (no. sb191. r5. a42 2010.).

LONDOÑO, J., NARANJO, M., QUINTERO, M. 2013. Estudio de los cambios de la actividad antioxidante en bebidas de café durante su periodo de vida útil usando métodos in-vitro y ex-vivo. *Vitae*, 20(2), 95-104.

MAIA, GA., DA SILVA, R., DO PRADO, M., FONSECA, V., DE SOUSA, M., DE FIGUEIREDO, W. 2019. Elaboración de Bebidas Mixtas a Base de Frutas Tropicales. *Bebidas no alcohólicas*, 129–162. doi: 10.1016 / b978-0-12-815270-6.00005-0.

MALDONADO, K., ALARCÓN, J. 2014. Dinámica del mercado de arroz en san Martín y Lambayeque, Perú: relación con compras públicas durante el período 2006-2011. In *Anales Científicos* (Vol. 75, No. 2, pp. 279-287). Universidad Nacional Agraria La Molina.

MAMANI, R., QUIROZ, J. 2017. Investigación para la cuantificación de ácido ascórbico en la elaboración de una bebida de noni (*Morinda citrifolia*) con maracuyá (*Passiflora edulis*) (Doctoral dissertation, Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa. Perú. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2415/IAmapurz.pdf>).

MAQUEIRA, L., PÉREZ, S., TORRES, W. 2010. crecimiento y productividad de variedades de arroz de diferentes ciclos en dos fechas de siembra en la época de frío en los palacios, pinar del río. *Cultivos Tropicales*, 31(4), 00. Recuperado en 06 de marzo de 2020, de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362010000&lng=es&tlngs.

MÁRQUEZ, C., OTERO, C., ROJANO, B., OSORIO, J. 2017. Actividad antioxidante y concentración de compuestos fenólicos del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* S.) en poscosecha.

MARTÍNEZ, A., DE PAULA, C., SIMANCA, M. 2013. Bebida láctea fermentada a partir de suero de quesería con adición de pulpa de maracuyá. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia, 36(3), 203-209. Recuperado en 29 de noviembre de 2020, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025407702013000300002&lng=es&tlng=es

MARTÍNEZ, M. 2015. *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. Una revisión. Cultivos tropicales, 36, 5-15.

MARTOS, M., PÉREZ, J., FERNÁNDEZ, J. 2020. Maracuyá. En Composición nutricional y propiedades antioxidantes de frutas y verduras (págs. 581-594). Prensa académica.

MATUTE, L., ECHAVARRIA, P. 2018. Evaluación fisicoquímica y capacidad antioxidante de Moringa (*Moringa oleífera*) y Maracuyá (*Passiflora edulis*). Cumbres, 4(1), 35-42.

MEDINA, C. 1980. Maracujá, da cultura ao processamento e comercializacao. Sao Paulo - Brasil: Seroe Frutas Tropicais.

MILÁN C., GUTIÉRREZ, R., CUEVAS, R., EDITH, O., SÁNCHEZ, M., LUIS, M.; ROCHÍN, M., JESÚS, J., REYES M. 2017. Bebida funcional con potencial antidiabético y antihipertensivo elaborada con maíz azul y frijol

- negro bioprocesados. Revista Fitotecnia Mexicana, 40(4). [fecha de Consulta 4 de octubre de 2019]. ISSN: 0187-7380. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=610/61054247009>.
- MINAGRI, 2019 - IV Censo Nacional de arroz en molinos, almacenes y comercios mayoristas (Perú). Boletín técnico. 13 p.
- MIRANDA, S., ESQUIVEL, J., RUÍZ, J., RIVERS, E. 2017. Análisis proximal de granos de arroz, frijol, maíz y café comercializados en el mercado Roberto Huembes de Managua. Universidad Y Ciencia, 9(14), 45-51. <https://doi.org/10.5377/uyc.v9i14.4560>.
- MOLINA, B., MARTÍNEZ, A., ANDRADE, M. 2019. Potencial agroindustrial del epicarpio de maracuyá como ingrediente alimenticio activo. Información tecnológica, 30(2), 245-256.
- MUÑOZ, J., CARRANZA, N., DELGADO, M., ALCÍVAR, A., MUÑOZ, A. 2019. Elaboración de néctar de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) con piña (*Ananas comosus*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) y su efecto en las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas. Agroindustrial Science, 9(1), 13-17.
- NAKANDAKARI, H. 2017. Problemas fitosanitarios en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).
- OBREGÓN, A., OBREGÓN, F. 2019. Obtención de un alimento liofilizado a base de maracuyá (*Passiflora edulis*) y camu camu (*Myrciaria dubia*). Journal of Agro-Industry Sciences, 1(1), 17-24.
- OLIVEIRA, D., GRANATO, D., BARANA, A. 2018. Desarrollo y optimización de una bebida mixta a base de suero y extracto de soja soluble en agua

aromatizada con chocolate mediante un diseño simplex-centroide. *Ciencia y tecnología de los alimentos*, 38 (3), 413-420.

PARDO, A. 2015. Evaluación de la capacidad antioxidante y compuesto fenólicos en la pulpa de la maracúya (*Passiflora edulis*) (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala).

PARDO, A., MATUTE, L., ECHAVARRIA, A. 2017. Determinación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*). // Determination of bioactive compounds and antioxidant activity of the passion fruit pulp (*passiflora edulis*). *FACSALUD-UNEMI*, 1(1), 5-11.

PARRA H., RICARDO A., BARRERA R., LUIS J., RODRÍGUEZ P., DIANA C. 2015. Nota de la mezcla de avena, mango y Stevia en un yogur elaborado a partir de una mezcla de leche semidescremada de cabra y de vaca. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16 (2), 167-179. [Fecha de consulta 6 de marzo de 2020]. ISSN:0122-8706. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4499/449944865002>.

POKORNÝ, J. 2007. ¿Son los antioxidantes naturales mejores y más seguros que los antioxidantes sintéticos? *Revista europea de ciencia y tecnología de lípidos*, 109 (6), 629-642.

PUENTE, M., ZENAYDA, R., QUIROZ, Y. 2017. Investigación para la cuantificación de ácido ascórbico en la elaboración de una bebida de noni (*Morinda Citrifolia*) con maracuyá (*Passiflora Edulis*).

- PULIDO, R., HERNANDEZ, M., SAURA, F. 2003. Contribución de las bebidas a la ingesta de antioxidantes lipofílicos e hidrofílicos en la dieta española. *Revista europea de nutrición clínica*, 57 (10), 1275-1282.
- RE, R., PELLEGRINI, N., PROTEGGENTE, A., PANNALA, A., YANG, M. y RICE, E. C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol. Med.*, USA. 26(9-10):1231-1237.
- REŽEK, A., ŠIMUNEK, M., ZEKO, A., HERCEG, Z; VUKUŠIĆ, T. 2017. Parámetros sensoriales de la lengua antioxidantes, de calidad y electrónicos del néctar de arándano termosonizado. *Ciencia innovadora de alimentos y tecnologías emergentes*, 44, 202–211.
doi: 10.1016 / j. ifset.2017.04.015.
- RICHELLE, M., TAVAZZI, I., OFFORD, E. 2001. Comparación de la actividad antioxidante de bebidas polifenólicas consumidas habitualmente (café, cacao y té) preparadas por taza. *Revista de química agrícola y alimentaria*, 49 (7), 3438-3442.
- RIOJA, A., VIZALUQUE, B., ALIAGA, R., TEJEDA, L., BOOK, O., MOLLINEDO, P., PEÑARRIETA, J. 2018. Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de *Chenopodium quinoa*. *Revista Boliviana de Química*, 35(5), 168-176.
- RODRÍGUEZ, L., LÓPEZ, L., GARCÍA, M. 2010. Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, mora (*Rubus glaucus* B.), maracuyá (*Passiflora edulis* S.), guayaba (*Psidium guajava*

- L.) y papayuela (*Carica cundinamarcensis* J.). *Alimentos Hoy*, 19(21), 35-42.
- RODRIGUEZ, M. 2007. Determinación de la Composición Química y Propiedades Físicas y Químicas del Pulido de Arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis Lic.en Ciencia de Alimentos. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 52 p.
- RODRÍGUEZ, R. 2013. Efecto de la aplicación de siete niveles de extracto de algas marinas sobre las características agronómicas y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) (Bachelor's tesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil.
- ROJAS, D., REPO DE CARRASCO, R., ENCINA R. 2017. Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(2), 174-186.
- ROJAS, R. 2019. Elaboración de néctar tropical de granadilla (*Passiflora ligularis*) con maracuyá (*Passiflora edulis*) edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana*).
- SALAR, J., AGULLÓ, V., GARCÍA, C., DOMÍNGUEZ, R. 2020. Stevia vs. sacarosa: Influencia en el contenido fitoquímico de una bebida de cítricos y maqui: un estudio de vida útil. *Alimentos*, 9 (2), 219.
- SALAZAR, H., BARAZARTE, H., PADUA, M., ESTANGA, M. 2019. Evaluación del proceso de parbolizado y calidad de las variedades de Arroz Payara 1FL y SD20A. *Agroindustria, Sociedad Y Ambiente*, 2(13), 4-23.

- SALVADOR, R., SOTELO, M., PAUCAR, L. 2014. Estudio de la Stevia (*Stevia rebaudiana Berton*) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. *Scientia Agropecuaria*, 5(3), 157-163 p.
- SANTANA, V., SANTOS, C., SANTANA, A., DE OLIVEIRA, G., DE ALMEIDA, B., DE LIMA, TM., EGEEA, B. 2020. Parámetros de calidad y perfil sensorial del jugo de marañón clarificado “Cerrado” suplementado con *Sacharomyces boulardii* y diferentes edulcorantes. *LWT*, 109319. doi: 10.1016 / j.lwt.2020.109319
- SANTANDER, M., OSORIO, O., MEJÍA, D. 2017. Evaluación de propiedades antioxidantes y fisicoquímicas de una bebida mixta durante almacenamiento refrigerado. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(1), 84-97.
- SATTAR, S., IMRAN, M., MUSHTAQ, Z., AHMAD, H., HOLMES, M., MAYCOCK, J.; MUHAMMAD, N. 2019. Calidad funcional de bebida optimizada a base de melocotón desarrollada mediante la aplicación de procesamiento ultrasónico. *Ciencia de los alimentos y nutrición*, 7 (11), 3692-3699.
- SEGURA, O., LAZCANO, M., KAMMAR, A., VERA, O., AGUILAR, P., RAMÍREZ, J., NAVARRO, R. 2020. Use of coconut water (*Cocus nucifera* L) for the development of a symbiotic functional drink. *Heliyon*, 6(3): e03653. doi:10.1016/j.heliyon.2020.e03653
- SCHERER, R., GODOY, TH. 2009. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. *Food Chem.*, Campinas, Brazil. 112(3):654-658.

- SILVA, D., BECKER, S., SILVA, D., SOARES, S., CALIARI, M., DAMIANI, C. 2015. Bebidas mistas de extratos de arroz com maracujá e mamão.
- SOARES, J., ZACZUK P., CALIARI, M., VELASCO, P., CUNHA, R., TAVARES, W. 2010. Bebidas saborizadas obtidas de extratos de quirera de arroz, de arroz integral e de soja. *Ciencia e Agrotecnologia*, 34(2), 407-413. <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000200019>}.
- TIRADO, F., MONTERO, M., ACEVEDO, D. 2015. Aceptabilidad Sensorial y Calidad Microbiológica de Bebidas a Base de Arroz y Plasma Bovino y Porcino. *Información tecnológica*, 26(6), 45-54 p.
- TORRES, N., GÉLVEZ, V., AYALA, M. 2019. Elaboración de una bebida de flor de jamaica con pretratamiento de sonicación (*Hibiscus sabdariffa*) endulzada con estevia (*Stevia rebaudiana* B.) y enriquecida con aloe vera. *infometric@-serie ingeniería, básicas y agrícolas*.
- UREÑA, PD., ARRIGO, H., GIRON M. 1999. Evaluación sensorial de los alimentos, *Aplicación didáctica*, 1 ed., Lima, Perú, edt. Agraria. p. 95 -99.
- VALENCIA, A., LILIANA P., LANDER S., TAMAYO, V. 2015. Formulación y caracterización de bebidas nutricionales con base a zapallo y lactosuero, enriquecidas con avena y maracuyá. *Enfoque UTE*, 6 (4), 55-66. [Fecha de Consulta 24 de noviembre de 2020]. ISSN. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5722/572260849004>.

ANEXO

A-I

Formato de evaluación sensorial
PRUEBA DE MEDICION DEL GRADO DE SATISFACCION

Nombre:.....

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

Instrucciones: A continuación, se presentan 5 tratamientos de una bebida funcional a base de agua de arroz, saborizada con maracuyá y edulcorada con Stevia. Pruebe de izquierda a derecha e indique su nivel de satisfacción con respecto a las características que cada uno de los tratamientos contiene. Coloque el número de acuerdo a la escala que se encuentra indicado en la parte inferior

| Muestra | Aroma | Color | Sabor | Textura | Apariencia |
|---------|-------|-------|-------|---------|------------|
| ◆ | | | | | |
| ■ | | | | | |
| ■ | | | | | |
| ▲ | | | | | |
| ● | | | | | |

Descripción**valor**

| | |
|----------------------------|-----|
| Me gusta muchísimo | (9) |
| Me gusta mucho | (8) |
| Me gusta bastante | (7) |
| Me gusta ligeramente | (6) |
| Ni me gusta ni me disgusta | (5) |
| Me disgusta ligeramente | (4) |
| Me disgusta bastante | (3) |
| Me disgusta mucho | (2) |
| Me disgusta muchísimo | (1) |

Comentarios y sugerencias:

.....

.....

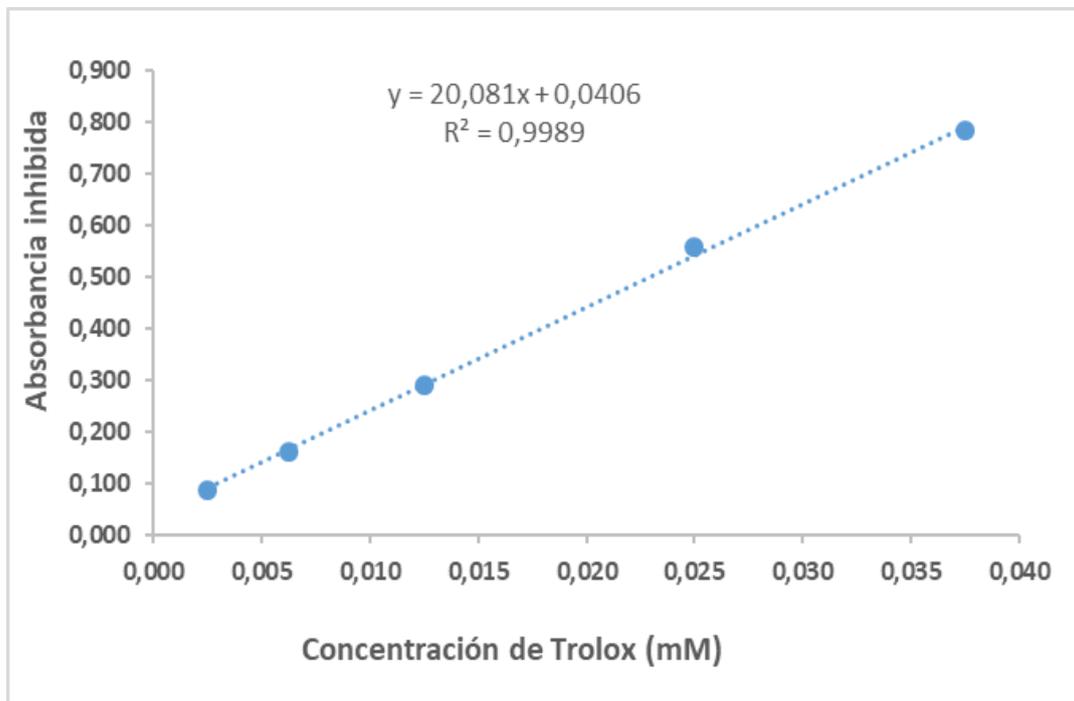
.....

.....

.....

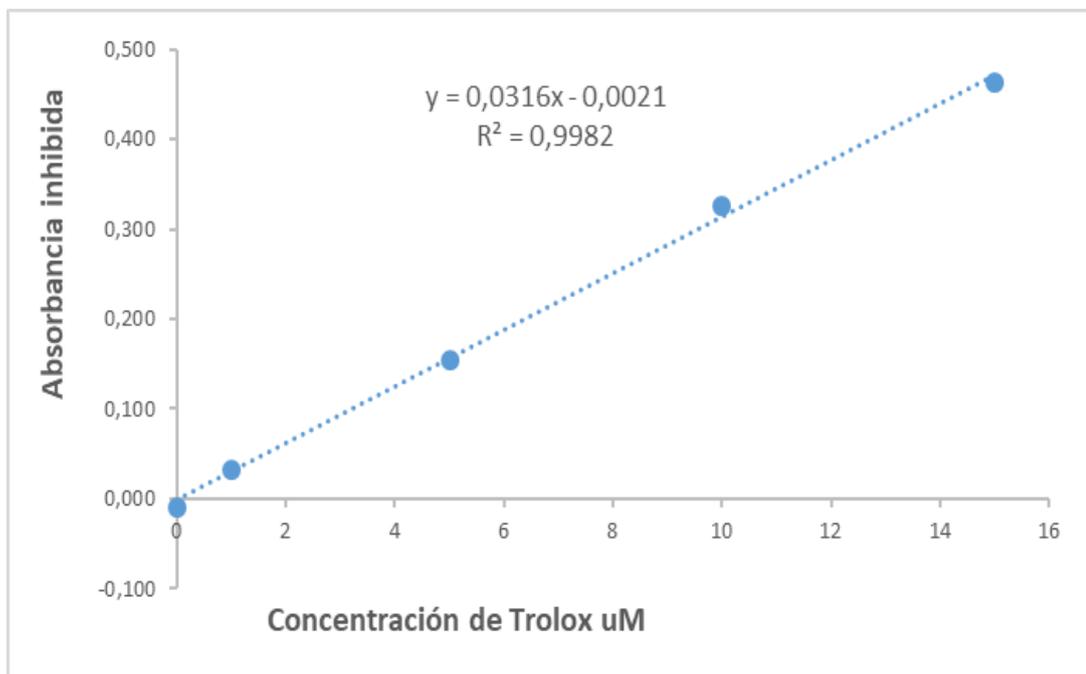
Fuente: Adaptado de JAEKEL, *et al* (2010).

A-II



Curva estándar de trolox para el radical DPPH

A-III



Curva estándar de trolox para el radical ABTS

A-IV.

ANOVA para ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DPPH por TRATAMIENTOS

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 690.667 | 4 | 172.667 | 1295.00 | 0.0000 |
| Intra grupos | 1.33333 | 10 | 0.133333 | | |
| Total (Corr.) | 692.0 | 14 | | | |

A-V.

Medias y 95.0% de Tukey HSD

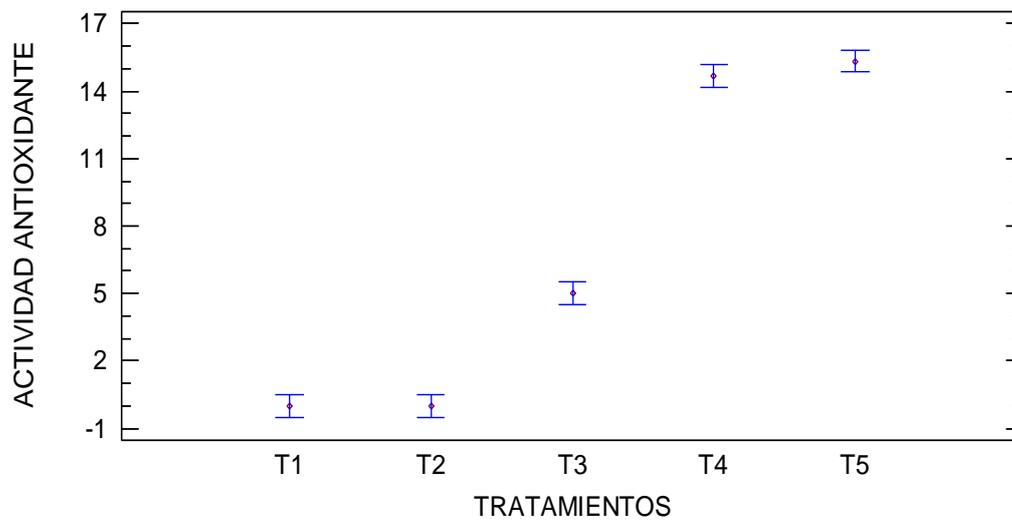


Gráfico de medias para ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DPPH

A-VI

ANOVA para ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE por MARACUYÁ

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 36.3333 | 2 | 18.1667 | 0.09 | 0.9165 |
| Intra grupos | 607.0 | 3 | 202.333 | | |
| Total (Corr.) | 643.333 | 5 | | | |

A-VII

Medias y 95.0% de Tukey HSD

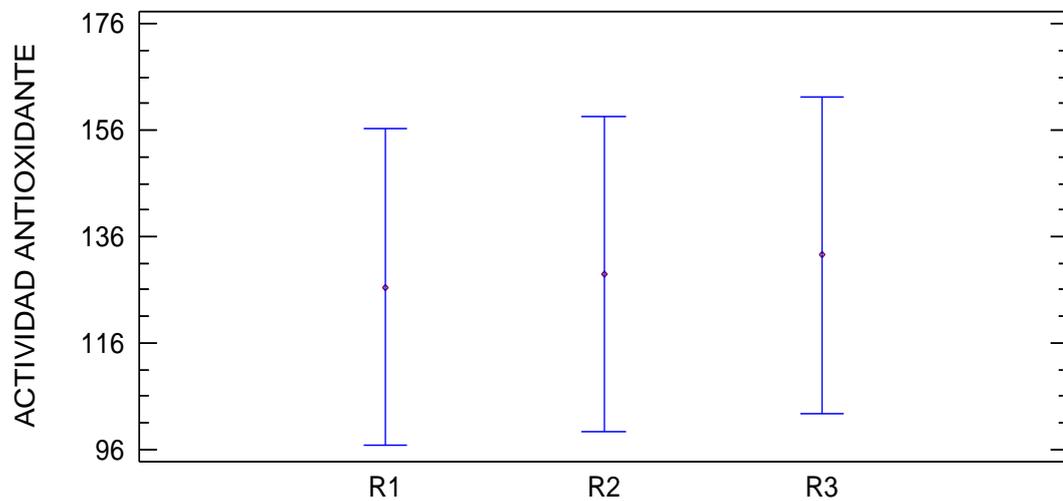


Gráfico de medias para la actividad antioxidante DPPH y ABTS de la pulpa de maracuyá

A-VIII.

ANOVA para ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE ABTS por TRATAMIENTOS

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 9251.6 | 4 | 2312.9 | 403.41 | 0.0000 |
| Intra grupos | 57.3333 | 10 | 5.73333 | | |
| Total (Corr.) | 9308.93 | 14 | | | |

A-IX

Medias y 95.0% de Tukey HSD

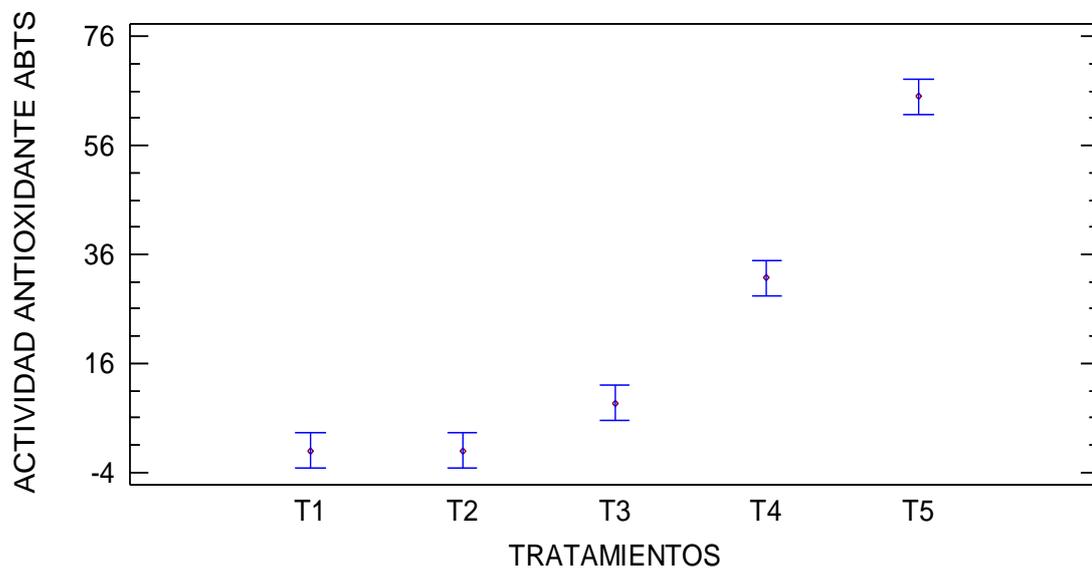


Gráfico de medias para ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE ABTS

A-X**ANOVA para AROMA por TRATAMIENTOS**

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos | 53.85 | 4 | 13.4625 | 12.41 | 0.0000 |
| Intra grupos | 168.125 | 155 | 1.08468 | | |
| Total (Corr.) | 221.975 | 159 | | | |

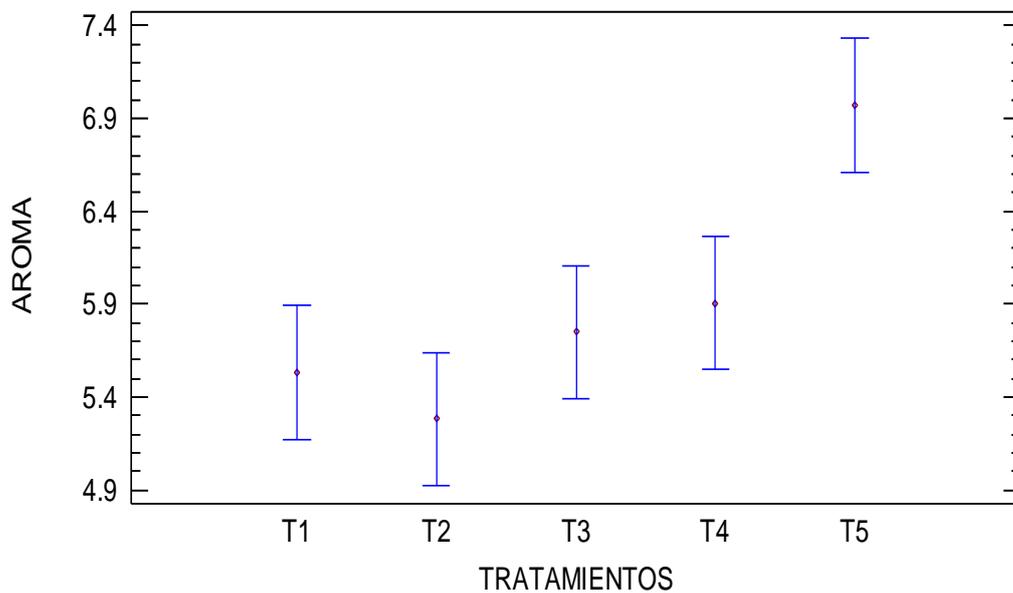
A-XI

Gráfico de medias para el ATRIBUTO AROMA

A-XII

ANOVA para COLOR por TRATAMIENTOS

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Entre grupos | 83.4625 | 4 | 20.8656 | 17.69 | 0.0000 |
| Intra grupos | 182.781 | 155 | 1.17923 | | |
| Total (Corr.) | 266.244 | 159 | | | |

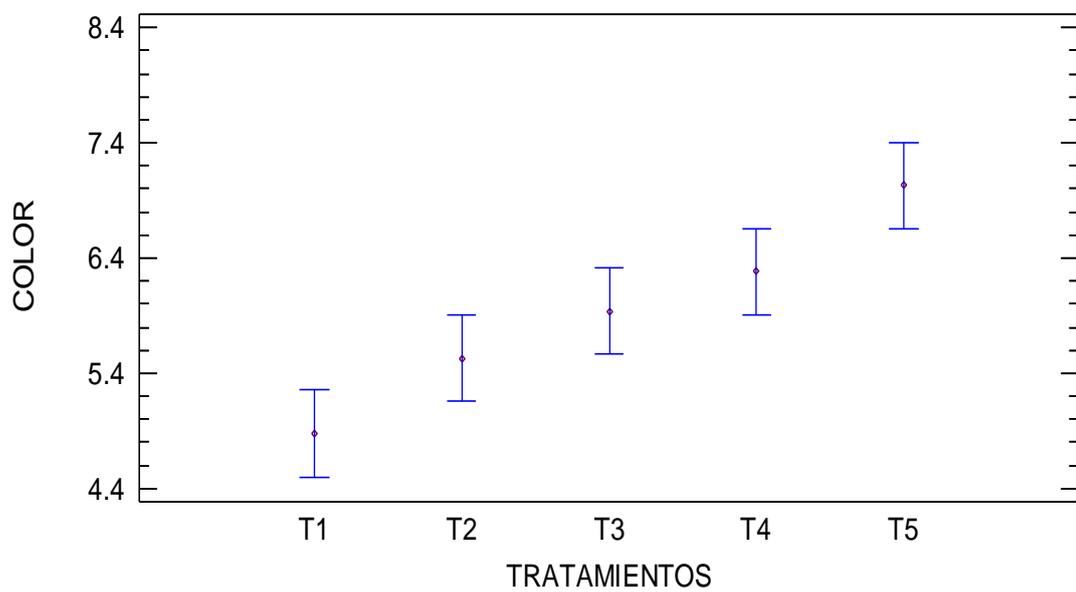
A-XIII

Gráfico de medias para el ATRIBUTO COLOR

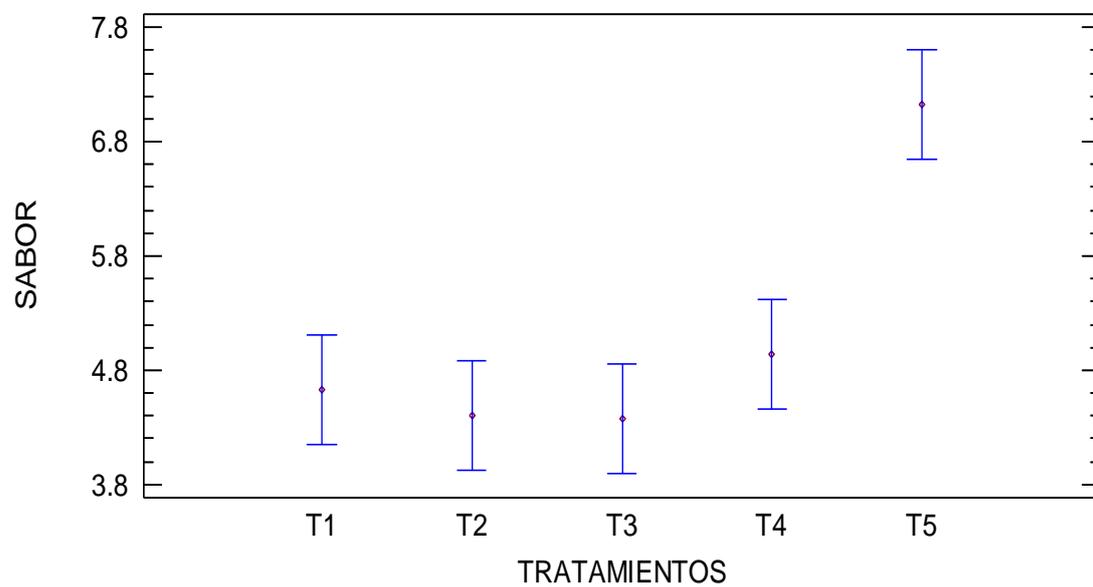
A-XIV

ANOVA para SABOR por TRATAMIENTOS

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Entre grupos | 171.5 | 4 | 42.875 | 22.44 | 0.0000 |
| Intra grupos | 296.094 | 155 | 1.91028 | | |
| Total (Corr.) | 467.594 | 159 | | | |

A-XV

Gráfico de medias para el ATRIBUTO SABOR



A-XVI

ANOVA para TEXTURA por TRATAMIENTOS

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Entre grupos | 24.725 | 4 | 6.18125 | 4.01 | 0.0040 |
| Intra grupos | 238.875 | 155 | 1.54113 | | |
| Total (Corr.) | 263.6 | 159 | | | |

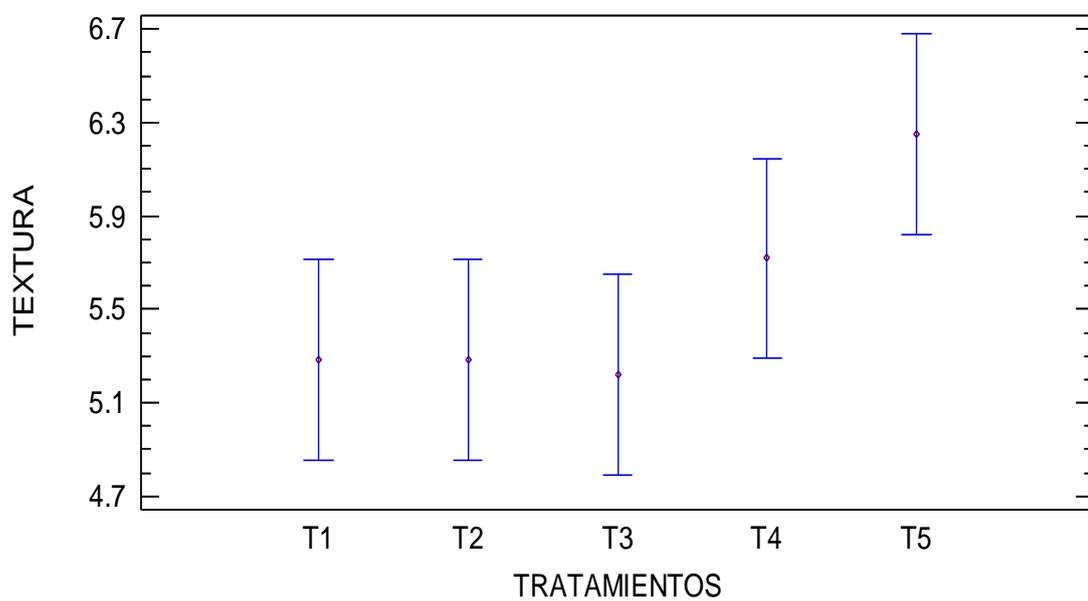
A-XVII

Gráfico de medias para el ATRIBUTO TEXTURA

A-XVIII

ANOVA para APARIENCIA por TRTAMIENTOS

| <i>Fuente</i> | <i>Suma de Cuadrados</i> | <i>Gl</i> | <i>Cuadrado Medio</i> | <i>Razón-F</i> | <i>Valor-P</i> |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|----------------|
| Entre grupos | 81.3125 | 4 | 20.3281 | 14.96 | 0.0000 |
| Intra grupos | 210.688 | 155 | 1.35927 | | |
| Total (Corr.) | 292.0 | 159 | | | |

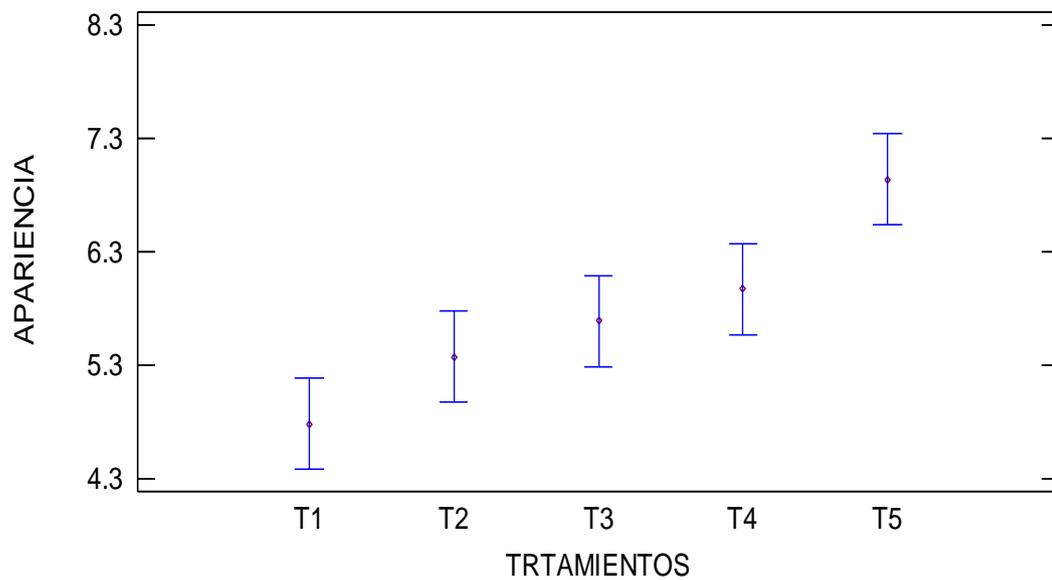
A-XIX

Gráfico de medias para el ATRIBUTO APARIENCIA

A-XX: Panel Fotográfico

Materia prima: Maracuyá, Arroz y Stevia en polvo.



Agua de arroz y Pulpa de maracuyá



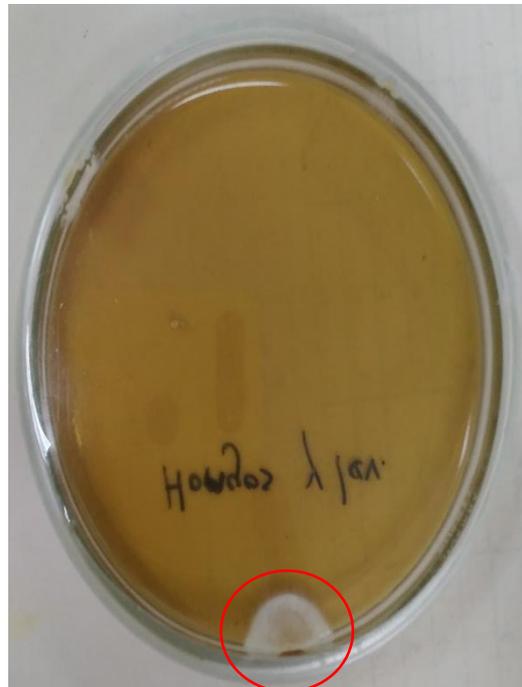
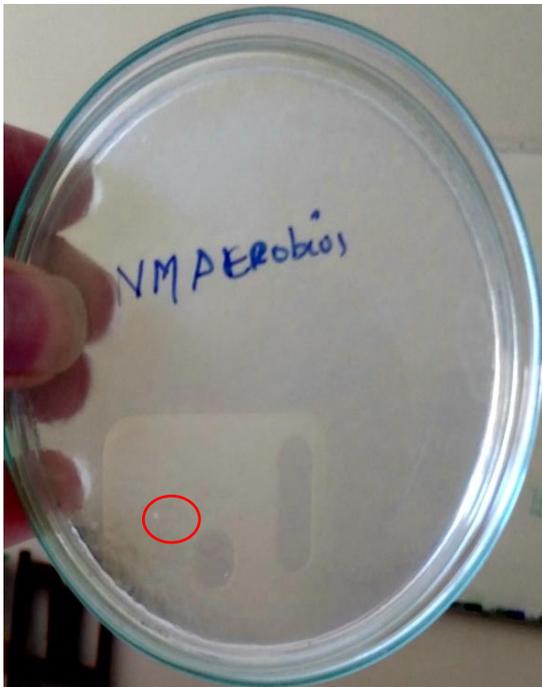
Evaluación de la actividad antioxidante y evaluación sensorial



Panelistas durante la evaluación sensorial



Evaluación del pH y análisis microbiológico



Crecimiento de microorganismos aerobios, hongos y levaduras a los 60 días de almacenamiento