UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFECIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

"DETERMINACIÓN FISICOQUÍMICA, CONTENIDO DE ANTOCIANINAS Y CAROTENOIDES TOTALES EN UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) Y NUEZ DE MARAÑÓN (*Anacardium occidentale* L.), PUCALLPA-2022"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIO AGROINDUSTRIAL

MARBELY JULIANA NEIRE MATTOS

PUCALLPA –PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIA

ANEXO 4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de la tesis, presentado por **MARBELY JULIANA NEIRE MATTOS,** denominada: **"DETERMINACIÓN FISICOQUÍMICA, CONTENIDO DE ANTOCIANINAS Y CAROTENOIDES TOTALES EN UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) Y NUEZ DE MARAÑÓN (*Anacardium occidentale* L.), PUCALLPA-2022"** para cumplir con el requisito (académico o título profesional) de **TÍTULO PROFESIONAL**.

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo, así como los conocimientos demostrados por la sustentante lo declaramos: Aprobada por mayoría con el calificativo (*) ..16..(dieciséis.).....

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el: (Grado Académico .....), (Título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL**), de conformidad con lo estipulado en Art. 10 del reglamento general de grados académicos, título profesional y título de segunda especialidad profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, ...19.... de ....agosto..... de 2024.

.....	.....
Dr. Fernando Pérez Leal Presidente	M. Sc. Cristina Elena Quiñones Ruiz Secretario
.....	.....
Ing. José Antonio Pacheco Chuco Miembro	M. Sc. Carlos Ruiz Padilla Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial.

Dr. Fernando Pérez Leal ..... PRESIDENTE

M. Sc. Cristina Elena Quiñones Ruiz ..... SECRETARIO

Ing. José Antonio Pacheco Chuco ..... MIEMBRO

M. Sc. Carlos Ruiz Padilla ..... ASESOR

Bach. Marbely Juliana Neire Mattos ..... TESISTA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0369-2024**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"DETERMINACIÓN FISICOQUÍMICA, CONTENIDO DE ANTOCIANINAS Y CAROTENOIDES TOTALES EN UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA (Psidium guajava L.) Y NUEZ DE MARAÑÓN (Anacardium occidentale L.), PUCALLPA-2022"

Autor(es)	:	**NEIRE MATTOS, MARBELY JULIANA**
Facultad	:	**CIENCIAS AGROPECUARIAS**
Escuela	:	**ING. AGROINDUSTRIAL**
Asesor(a)	:	**M.Sc. RUIZ PADILLA, CARLOS**

Presenta un **porcentaje de similitud de 4%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 01/08/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, MARBELY JULIANA NEIRE MATTOS

Autor de la tesis titulada : DETERMINACIÓN FISICOQUÍMICA, CONTENIDO DE ANTOCIANINAS Y CAROTENOIDES TOTALES EN UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA (PSIDIUM GUAJAVA L.) Y NUEZ DE MARAÑÓN (ANACARDIUM OCCIDENTALE L.) PUCALLPA-2022

Sustentada el año 2024

Asesor(a): ING. CARLOS RUIZ PADILLA M.Sc.

Facultad: CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela Profesional: INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 22/08/2024

Email: marbelyneiremattos59@gmail.com Firma: [signature]

Teléfono: 940240438 DNI: 74746066

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría, salud y voluntad de terminar esta etapa de mi vida y mi trabajo de investigación, por bendecirme día a día con su amor y salud ya que sin ello no hubiese sido nada posible.

A mi madre, Olga Mattos, mi padre, y mi hermana, Medaly Neire porque ellos son mi razón de vivir, con sus consejos, su amor, apoyo incondicional tanto moral como económico, ya que sin ellos no soy la persona que soy hoy en día con los valores que inculcaron.

AGRADECIMIENTO

A los docentes profesionales de la Facultad Ciencias Agropecuarias y Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, que contribuyeron brindándonos su tiempo, dedicación y conocimiento a lo largo de toda la carrera, formando profesionales.

A la Ing. Cristina Elena Quiñones Ruiz, por su ayuda y apoyo incondicional y contribución que me brindó durante el proyecto de investigación

Al Ing. Edgar Vicente Santa cruz y el Ing. José Antonio por las facilidades brindadas de poder trabajar dentro de las instalaciones del laboratorio de Industrias Lácteas de la Universidad Nacional de Ucayali

Mis compañeros Karla Huayta, Alvaro Pinedo, Kalin Araujo, Yadira Jayo y quienes me apoyaron en el trabajo de investigación, por su tiempo brindado y apoyo moral y fueron cómplices en toda la trayectoria de mi vida universitaria.

INDICE

RESUMEN xi
ABSTRACT xii
LISTA DE TABLAS xiii
LISTA DE FIGURAS ..... …xv
I. INTRODUCCIÓN 1
II. REVISIÓN DE LITERATURA 3
2.1 ANTECEDENTES 3
2.1.1 Internacional 3
2.1.2 Nacionl 4
2.1.3 Local 7
2.2 LA GUAYABA *(Psidium guajava L.)* 8
2.2.1 Identificación taxonómica 9
2.2.2 Valor nutricional de la guayaba 9
2.2.3 Producción 10
2.2.4 Comercialización 11
2.3 MARAÑON (*Anacardium occidental* L.) 11
2.3.1 Nuez de marañón (casho) 12
2.3.2 Valor nutricional de la nuez de marañón 13
2.4 BEBIDA INSTANTANEA 13
2.5 MICROENCAPSULACIÓN 14
2.5.1 Materiales encapsulantes 15
2.5.2 Maltodextrina 16
2.6 ANTOCIANINA 17
2.6.1 Clasificación de las antocianinas 18
2.6.2 Clasificación estructural 18
2.7 CAROTENOIDE TOTALES 20
2.7.1 Grupos de los carotenoides totales 21
2.7.2 Clasificación estructural de los carotenoides: 22
III. MATERIALES Y MÉTODOS 23

3.1 UBICACIÓN DE INVESTIGACIÓN 23
3.2 MATERIA PRIMA E INSUMOS 23
3.2.1 Materia prima 23
3.2.2 Insumos 23
3.3 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS 23
3.3.1 Materiales de proceso 23
3.3.2 Equipos de laboratorio 23
3.3.3 Materiales de laboratorio 24
3.3.4 Reactivos 24
3.3.5 Material de limpieza 24
3.3.6 Indumentaria 24
3.4 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL 25
3.4.1 Diagrama del proceso para la obtención de la muestra (bebida instantánea de guayaba y la nuez de marañón deshidratada) 25
3.4.2 Descripción del proceso de una bebida instantánea de pulpa deshidratada de la guayaba y la nuez de marañón 25
3.5 METODOS DE ANÁLISIS 26
3.5.1 Análisis Fisicoquímico 26
3.5.2 Antocianinas 27
3.5.3 Carotenoides totales 27
3.6 DISEÑO ESTADÍSTICO 27
3.6.1 Evaluación paramétrica para los análisis fisicoquímicos, antocianinas y carotenoides totales. 27
3.6.1.1 Modelo Estadístico DCA 28
3.6.2 Esquema experimental 30
3.7 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN 30
3.7.1 Tipo de investigación 30
3.7.2 Nivel de investigación 31
3.7.3 Población y muestra 31
3.8 MEDICION DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE 31
3.8.1 Variables independientes 31
3.8.2 Variables Dependientes 31

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 32

4.1 CONTENIDO DE FIBRA DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN..... 32

4.2 CONTENIDO DE HUMEDAD DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN 32

4.3 CONTENIDO DE PROTEÍNA DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN 34

4.4 CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN . 36

4.5 CONTENIDO DE CENIZA DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN..... 38

4.6 CONTENIDO DE GRASA DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN..... 40

4.7 CONTENIDO DE PH DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN..... 42

4.8 CONTENIDO DE ACIDEZ DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN..... 44

4.9 CONTENIDO DE ANTOCININAS DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN 46

4.10 CONTENIDO DE CAROTENOIDES TOTALES DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN..... 48

V. CONCLUSIONES 51

VI. RECOMENDACIONES..... 52

VII. LITERATURAS CITADAS..... 53

VIII. ANEXO ……..63

RESUMEN

La investigación se ejecutó en el Laboratorio de Tecnología e Industrias Lácteas - Escuela de Ingeniería Agroindustrial - Universidad Nacional de Ucayali en Pucallpa. El objetivo, fue determinar las características fisicoquímicas, contenido de antocianinas y carotenoides totales en una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba (*Psidium guajava* L.) y nuez de marañón (*Anacardium occidentale* L.) los tratamientos en estudio: **T_1** (guayaba 35%, nuez de marañón 15 %, chancaca 50%); **T_2** (guayaba 40%, nuez de marañón 10 %, chancaca 50%); **T_3** (guayaba 45%, nuez de marañón 5 %, chancaca 50%). Para ello, se les realizó análisis fisicoquímicos: Fibras (%), humedad (%), carbohidratos (%), ceniza (%), grasa (%), proteína (%), pH y acidez (%); antocianinas (mg/100g) y carotenoides totales (µg /g). Se llevó a cabo un diseño completamente al azar (DCA) con 3 tratamientos y 4 repeticiones. Los datos obtenidos fueron analizados en el software estadístico Minitab® Vers. 17.1.0. Dado que se encontraron diferencias significativas, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $p < 0.05$ para determinar los mejores resultados fisicoquímicos, contenido de antocianinas y carotenoides totales del **T_1** (guayaba 35%, nuez de marañón 15 %, chancaca 50%) presento valores de proteína 2.97 %, carbohidratos 86.97, pH 5.15, acidez 0.45%, para el **T_2** (guayaba 40%, nuez de marañón 10 %, chancaca 50%), presento valores de humedad 5.85%, y para el **T_3** (guayaba 45%, nuez de marañón 5 %, chancaca 50%), presento valores de ceniza 0.99%, grasa 2.55%, antocianinas 0.84 g/100g y carotenoides totales 21.20 (µg /g).

Palabras claves: Antioxidante, microencapsulación y bebida instantánea.

ABSTRACT

The research was conducted at the Laboratory of Dairy Technology and Industries - School of Agroindustrial Engineering - National University of Ucayali in Pucallpa. The objective was to determine the physicochemical characteristics, anthocyanins, and total carotenoids in a microencapsulated guava (Psidium guajava L.) and cashew nut (Anacardium occidentale L.) instant drink. The treatments under study were: T_1 (guava 35%, cashew nut 15%, chancaca 50%); T_2 (guava 40%, cashew nut 10%, chancaca 50%); T_3 (guava 45%, cashew nut 5%, chancaca 50%). For this purpose, physicochemical analyses were performed: fiber (%), moisture (%), carbohydrates (%), ash (%), fat (%), protein (%), pH, and acidity (%); anthocyanins (mg/100g) and total carotenoids (µg/g). A completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 4 replications was used. The obtained data were analyzed using Minitab® Statistical Software Version 17.1.0. Since significant differences were found, Tukey's test was applied with a significance level of $p < 0.05$ to determine the best physicochemical results, anthocyanin content, and total carotenoids. Treatment T_1 (guava 35%, cashew nut 15%, chancaca 50%) showed protein values of 2.97%, carbohydrates 86.97%, pH 5.15, and acidity 0.45%. Treatment T_2 (guava 40%, cashew nut 10%, chancaca 50%) showed moisture values of 5.85%, and treatment T_3 (guava 45%, cashew nut 5%, chancaca 50%) showed ash values of 0.99%, fat 2.55%, anthocyanins 0.84 g/100g, and total carotenoids 21.20 µg/g.

Keywords: Antioxidant, microencapsula and instant drink

LISTA DE TABLAS

En el texto.

Tabla 1: Composición Nutricional de la Guayaba 10

Tabla 2: Características de materiales de recubrimiento usados en la microencapsulación de alimenticios (Reyna 2015). 15

Tabla 3: Distribución de los tratamientos 29

Tabla 4: Análisis de varianza en DCA 29

Tabla 5: Variación del contenido de humedad en porcentaje de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón..... 33

Tabla 6: Variación del contenido de proteína de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón 35

Tabla 7: Variación del contenido de carbohidratos en porcentaje de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón..... 37

Tabla 8: Variación del contenido de ceniza en porcentaje de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón..... 39

Tabla 9: Variación del contenido de grasa en porcentaje de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón..... 41

Tabla 10: Variación del contenido de pH de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón 43

Tabla 11: Variación del contenido de acidez en porcentaje de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón..... 45

Tabla 12: Variación del contenido de antocianinas en gramos por cien gramos de muestras de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón. 47

Tabla 13: Variación del contenido de carotenoides totales en microgramos por gramos de muestras de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón. 49

En el anexo.

Tabla 14A: ANVA en DCA para humedad 64

Tabla 15A: ANVA en DCA para proteína 64

Tabla 16A: ANVA en DCA para carbohidratos 64
Tabla 17A: ANVA en DCA para ceniza 64
Tabla 18A: ANVA en DCA para grasa..... 65
Tabla 19A: ANVA en DCA para pH 65
Tabla 20A: ANVA en DCA para acidez 65
Tabla 21A: ANVA en DCA para antocianinas..... 65
Tabla 22A: ANVA en DCA para carotenoides totales..... 65

LISTA DE FIGURAS

En el texto.

Figura 1: La Guayaba 8

Figura.2. Frito del marañón 11

Figura 3. Nuez de marañón..... 12

Figura.4. Secado por atomización..... 15

Figura.5. Fórmula estructural de la maltodextrina 17

Figura 6. Antocianina de pelargonidina 18

Figura 7. Antocianina cianidina 19

Figura 8. Antocianina delfinidina 19

Figura 9. Antocianina de peonidina 19

Figura 11. Antocianina malvidina 20

Figura 12. Estructura química de la β-criptoxantina 22

Figura 13. Estructura química de la zeaxantina 22

Figura 14. Diagrama de flujo del proceso de la bebida instantáneo..... 25

Figura.15. Esquema experimental estadístico DCA..... 30

Figura 16: Fluctuación de la humedad de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.. 34

Figura 17: Fluctuación de la proteína de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.. 36

Figura 18: Fluctuación de carbohidratos de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.. 38

Figura 19: Fluctuación de la ceniza de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.. 40

Figura 20: Fluctuación de la grasa de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.. 42

Figura 21: Fluctuación del pH de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.. 44

Figura 22: Fluctuación de la acidez de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.. 46

Figura 23: Fluctuación de las antocianinas de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón. 48

Figura 24: Fluctuación de los carotenoides totales de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón. 50

En el anexo.

Figura 25A: Formulación de los tres tratamientos..... 73

Figura 26A: Determinación de fibra en porcentaje, primera digestión y segunda digestión……. 73

Figura 27A: Determinación de humedad en porcentaje, secado de la placa y la muestra…..... 74

Figura 28A: Determinación de ceniza por porcentaje, incinerado a 550°C por 3 horas y se enfría en un desecador. 74

Figura 29A: Determinación de grasa en porcentaje, extractor por psoxhlet y enfriado en un desecador. 75

Figura 30A: Determinación de proteína en porcentaje, digestión y destilación.... 75

Figura 31A: Determinación del pH, calibración y medición con el potenciómetro. 76

Figura 32A: Determinación de acidez titulable, adición de fenolftaleína y NaOH. 76

Figura 33A: Determinación del contenido de Antocianina de miligramos por cada 100 gramos, medición de la mezcla y homogenización. 77

Figura 34A: Determinación del contenido de Carotenoides totales migra gramos por cada 100 gramos y medición de absorbancia. 77

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo actual de la agroindustria peruana es un claro ejemplo de eficiencia y aprovechamiento de la diversidad natural del país. Esta actividad se caracteriza por su descentralización y su contribución significativa al empleo en diversas ciudades del Perú. A pesar de su potencial, algunos frutales, como el marañón (*Anacardium occidentale* L.), originario de América del Sur, aún no han alcanzado la importancia comercial e industrial que podrían tener. En el Perú, el consumo del "falso fruto" del marañón se limita principalmente a refrescos, dulces y como fruta fresca, mientras que la nuez de marañón (*Anacardium occidentale* L.) a menudo es desaprovechada (Orduz-Rodríguez & Rodríguez-Polanco 2022). Sin embargo, la semilla del marañón tiene una alta demanda global debido a sus propiedades nutricionales y la dieta alimenticia por sus múltiples usos (Punga 2023). Los frutos secos, ricos en nutrientes esenciales como proteínas, fibra, vitaminas y minerales, son una opción saludable libre de colesterol (Rico 2015).

Por otro lado, la guayaba (Psidium guajava L.) ha sido objeto de estudio debido a su riqueza en vitaminas, taninos y compuestos antioxidantes, los cuales están asociados con efectos beneficiosos para la salud, incluyendo la reducción de los niveles de colesterol malo. La guayaba, junto con el marañón, tiene un gran potencial en el desarrollo de productos alimenticios funcionales. (Beltrán et al. 2023)

En este marco, la presente investigación se centra en la determinación físico-química y en el análisis del contenido de antocianinas y carotenoides totales en una bebida instantánea de pulpa microencapsulada elaborada con guayaba y nuez de marañón.

La micro encapsulación es una tecnología innovadora que busca preservar las propiedades nutricionales y organolépticas de las frutas al mejorar la estabilidad y biodisponibilidad de sus componentes bioactivos. (Erechim 2022)

La región de Pucallpa, ubicada en la Amazonía peruana, proporciona condiciones óptimas para el cultivo de estas frutas, lo que destaca la importancia de evaluar la calidad de productos derivados de ingredientes locales. Este estudio, pretende ofrecer información valiosa sobre la funcionalidad y el valor nutritivo de la bebida instantánea, contribuyendo así a la promoción de productos que combinan innovación tecnológica con beneficios para la salud.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Internacional

Encalada (2021) desarrolló una bebida instantánea mediante secado por aspersión, utilizando suero de leche, pulpa de tomate de árbol y harina de maíz. El proceso se basó en diseños experimentales para optimizar sabor y humedad, cumpliendo con normativas de seguridad alimentaria (NTE INEN 2471-1: humedad máxima 6%, pH máximo 4.2 en reconstitución). La mezcla inicial incluyó 50.6% de suero de leche, 32% de maltodextrina, 15.6% de pulpa de tomate de árbol, 1.5% de harina de maíz y 0.3% de edulcorante stevia, evaluada mediante pruebas fisicoquímicas para grados Brix, densidad y viscosidad. Las condiciones óptimas de secado (140 ºC, velocidad de alimentación 4) resultaron en un producto con humedad del 4.19%, pH 4.31 en reconstitución y 2.614% de proteína

Pájaro (2017) investigo las propiedades fisicoquímicas de la pulpa de mango microencapsulada mediante secado por aspersión. El objetivo fue preservarla sin conservantes para desarrollar una bebida instantánea de mango natural. Se llevaron a cabo análisis utilizando métodos estándar para determinar el pH, acidez, cenizas, humedad, proteínas, carbohidratos, grasa y fibra cruda.; (Morilla-Ruiz & Delgado 2012); (Ramírez et al. 2012), Los resultados mostraron que las microcápsulas de pulpa de mango contenían 0,39 g de cenizas, 1.86 g de humedad, 0.55 g de proteínas, 0.01 g de grasas, 1.07 g de fibra cruda y 97.21 g de carbohidratos por cada 100 g. El pH promedio fue de 5.07 y el contenido de sólidos solubles fue de 35.21 °Brix.

Bonilla (2016) en esta investigación se desarrolló una bebida instantánea energético-proteica a partir de plátano Dominico, enriquecida con harina de guandúl germinado. Esta leguminosa es rica en proteínas y oligoelementos como hierro, calcio, cobre y fósforo. Se evaluaron tres niveles de inclusión de harina de guandúl (20%, 25% y 30%) para determinar su efecto en propiedades proteicas y funcionales mediante el método Kjeldahl, viscosidad, temperatura de gelatinización, índice de absorción, solubilidad y poder de hinchamiento. La bebida enriquecida con 30% de harina de guandúl mostró buena aceptación organoléptica. Las características como contenido de carbohidratos (84.07%), fibra dietética (6.59%) y proteína (8.22%) destacan por su perfil no convencional

2.1.2 Nacional

Aguilar & Chung (2024) establecen los parámetros tecnológicos para producir un refresco instantáneo a base de huasaí (*Euterpe oleracea*) y camu camu (*Myrciaria dubia*), evaluando su valor nutricional y capacidad antioxidante. Los resultados de atomización a 160 °C, con 6% de goma arábiga y una velocidad de flujo de 16.5 mL/min, mostraron rendimientos de 62.18% para huasaí y 59.20% para camu camu. El análisis sensorial reveló que no hubo diferencias significativas entre las formulaciones. La formulación A (huasaí 10 g, camu camu 2 g, chancaca 14 g) presentó 8.62% de ácidos grasos, 6.02% de fibra, y minerales como calcio (49 mg), magnesio (28 mg) y fósforo (15 mg), además de vitaminas A (3116 mg de betacaroteno y 4517 mg de retinol) y C (968.21 mg). La formulación B (huasaí 14 g, camu camu 2 g, chancaca 10 g) mostró 11.61% de ácidos grasos, 4.89% de fibra y minerales como calcio (20.48 mg), magnesio. (12 mg), fósforo (3.90 mg) y potasio (3.05 mg), junto con vitaminas A (9347 mg de betacaroteno y 1668 mg de retinol).

Vela & Villacorta (2023) llevaron a cabo una investigación en el Centro de Investigación de Recursos Naturales (CIRNA) con el objetivo de desarrollar una formulación óptima combinando acai, pulpa de camu camu y agua de coco. Se diseñaron tres formulaciones basadas en estas materias primas, siguiendo un método de mezcla para encontrar la dilución adecuada para una bebida hidratante. Las evaluaciones incluyeron análisis físico-químicos. Los resultados mostraron contenidos de sólidos totales de 6.37%, sólidos solubles de 5.60 °Brix, pH (a 20°C) de 4.23, acidez titulable (como ácido cítrico) de 0.35%, y vitamina C de 100.20 mg/100 g.

Alva (2019) desarrolló una bebida instantánea utilizando pulpa microencapsulada de huasaí (*Euterpe oleracea*) y camu camu (*Myrciaria dubia*), destacadas por su alto valor nutricional y capacidad antioxidante. El objetivo fue crear una tecnología para refrescos instantáneos utilizando pulpa seca por atomización protegida con goma arábiga como microencapsulante. Varias concentraciones de la pulpa en polvo fueron formuladas y evaluadas mediante análisis fisicoquímicos para determinar el mejor producto. El resultado fue un producto con alto contenido energético, nutricional y antioxidante, promoviendo así el desarrollo de alimentos basados en matrices vegetales amazónicas y contribuyendo al progreso regional en la industria alimentaria.

Reyna (2019) investigó el efecto de concentraciones de aguaymanto (*Physalis peruviana*) y stevia (*Stevia rebaudiana*) liofilizada en la aceptabilidad de una bebida instantánea. El estudio evaluó las características fisicoquímicas de prototipos de bebida utilizando niveles factoriales de 5%, 8% y 10% de aguaymanto liofilizado, y 0.08%, 0.10% y 0.12% de stevia liofilizada mediante un diseño experimental DCA

con 9 tratamientos. Se analizó la acidez total (%), humedad (%), pH y °Brix, encontrando diferencias significativas (P<0,05) entre los tratamientos. Se formularon los 9 prototipos y se diseñó un diagrama de flujo a nivel piloto, cumpliendo con los estándares de la Norma técnica peruana para pH (entre 3.5 y 7) y °Brix (entre 8% y 15%).

Cama (2018) evaluó tanto fisicoquímica como microbiológicamente bebidas artesanales e industriales como base para formular bebidas concentradas a nivel experimental. Se analizaron muestras de bebidas de la región de Arequipa, destacando la bebida industrial MI-1GL que cumplió con los parámetros físicos recomendados: pH 3.66, sólidos solubles 12%, y extracto seco 10.43%; y químicos como acidez 0.26%, cenizas 0.13%, proteínas 0.14%, y carbohidratos 9.55%. Utilizando estos datos se formuló experimentalmente una bebida que cumplió con estándares de calidad: 86.21% de humedad, 0.21% de proteínas, 0.15% de grasa, 1.26% de carbohidratos totales, 0.09% de fibra cruda, y 0.08% de cenizas.

Novoa & Pinedo (2016) evaluaron la actividad antioxidante de Menta dulce (*Lippia dulcis* T.) en extractos de hojas, flores y tallos utilizando el método DPPH. La determinación de antocianinas se realizó mediante pH diferencial siguiendo la metodología de (Sotero & García 2009). Se encontró que los extractos de hojas/flores y tallos de *Lippia dulcis* T. mostraron una actividad antioxidante del 25%, con concentraciones mínimas de aproximadamente 1.3 mg/ml y 0.09 mg/ml de antocianinas (equivalentes a 0.56 ± 0.50 mg de cianidina-3-glucósido/100 g de muestra original), respectivamente.

Heredia (2014) evaluó la calidad nutricional y sensorial de tres formulaciones para desarrollar una bebida nutracéutica a partir de huasaí (*Euterpe oleracea*). La

caracterización física, nutricional y nutracéutica del fruto reveló: 4% de proteína, 6% de grasa, 1.4% de cenizas y 20% de fibra; contenido fenólico en 27.4 mg equivalente de ácido gálico/100g y flavonoles en 5.57 mg equivalente de quercetina/100g. Se encontró que la bebida nutracéutica contenía altas propiedades antioxidantes, con fenoles totales que variaban de 85.40 a 31.80 mg de ácido gálico equivalente/100 g, antocianinas de 20.56 a 7.65 mg de cianidina-3-glucósido equivalente/100 g, flavonoles totales de 5.6 a 4.7 mg de quercetina equivalente/100 g y capacidad antioxidante entre 78.3 y 27.5 µmol.

2.1.3 Local

Díaz (2023) evaluó las propiedades funcionales de la pulpa microencapsulada de nuez de casho (*Anacardium occidentale* L.) secado a diferente temperatura de atomización y concentración de maltodextrina. Se investigaron dos factores: A (Temperatura de atomización) con niveles de 150 °C, 160 °C y 170 °C; y B (Concentración de Maltodextrina) con niveles de 5%, 8% y 10%. Se analizaron el índice de solubilidad en agua (ISA), el índice de absorción de agua (IAA) y el poder de hinchamiento (PH). Los resultados indicaron que mayores temperaturas de atomización y concentraciones de maltodextrina mejoraron estas propiedades: ISA (85.04% a 170 °C y 10%, 83.15% a 160 °C y 10%, 82.12% a 150 °C y 10%), IAA (0.44 ga 170 °C y 10%, 0.31 ga 160 °C y 10%, 0.30 ga 150 °C y 10%), y PH (2.94 ga 170 °C y 10%, 1.82 ga 160 °C y 10%, 1.69 a 150 °C y 10%). Se concluye que tanto la temperatura de atomización como la concentración de maltodextrina influyen positivamente.

2.2 LA GUAYABA (*PSIDIUM GUAJAVA* L.)

La guayaba rosada (*Psidium guajava* L.) es una fruta tropical originaria de América, en la cual se encuentra de manera cultivada o silvestre y notable por su alta concentración de antioxidantes, que supera la de muchos cítricos. (Leal 2022)



Figura 1. Guayaba (Gualda 2023).

Originaria de América y cultivada en diversas zonas tropicales del continente como Perú, México y Colombia, la guayaba rosada (*Psidium guajava* L.), (Artero 2015). perteneciente a la familia de las Mirtáceas, es una de las numerosas variedades existentes. (Rodallega 2019). Destacada por su sabor dulce y ligeramente ácido, esta fruta es versátil y se emplea en una amplia gama de preparaciones dulces, bebidas, cócteles y batidos. (Ayala 2018)

La guayaba es una fruta redonda de aproximadamente 10 cm de diámetro, con cáscara verde amarillenta o anaranjada y pulpa ligeramente granulada, compuesta principalmente de agua. Contiene aproximadamente un 7% de carbohidratos y proteínas, además de vitaminas como A, B y C, y minerales como calcio, fósforo y

hierro. Se utiliza globalmente en la elaboración de mermeladas, jugos, dulces, tés, batidos, compotas y helados. (Ccanto 2021), presenta un contenido de sólidos solubles (°Brix) de 10 a 12, una acidez total de 1.0 a 2.0 % y un rendimiento en pulpa de 75 a 90% (Gonzáles et al. 2000).

2.2.1 Identificación taxonómica

Según EUCURED (2019) citada por Leal (2022) la guayaba (*Psidium guajava* L.) presenta la siguiente taxonómica:

Reino: Plantae

Sub-reino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub-Clase: Rosidae

Orden: Mirtales

Familia: Mirtaceae

Género: Psidium

Especie: *Psidium guajava* L.

2.2.2 Valor nutricional de la guayaba

Según Ayala (2018) describe en la **tabla 1**, El perfil nutricional de la guayaba destaca por su alto contenido de vitamina C y componentes aromáticos que contribuyen a su aroma característico. Es extremadamente bajo en grasas y proteínas, siendo la fructosa el principal azúcar presente. Además, es rica en fibra y contiene compuestos como la pectina. Entre sus sales minerales sobresale el potasio.

Tabla 1: Composición nutricional de la guayaba

Composición nutricional de la guayaba por 100 g	
Nutriente	**Contenido**
Calorías(kcal)	51
Carbohidratos	11.88
Proteínas (g)	0.82
Grasas (g)	0.60
Fibra(g)	5.4
Vitaminas c (mg)	183.50
Humedad (g)	86.10
Acidez	0.3044
Ceniza	5.96

Fuente: Citado por (Botanical online 2016)

2.2.3 Producción

Para Rodallega (2019) las guayabas se cosechan en diferentes estados de maduración: verde oscuro a claro para transporte de larga distancia, firme y medio madura para mercados locales, y completamente madura (amarilla y suave). Una planta puede producir hasta 100 frutos el primer año, aumentando a 500 frutos para el quinto año y manteniéndose estable. El contenido de sólidos solubles puede llegar a 10.5°, variando con la edad y densidad de los árboles. Las plantaciones, ya sean sexuales o asexuales, de un árbol injertado pueden producir entre 1,000 y 2,000 frutos pesando de 180 a 315 kg, con rendimientos de 5 a 50 toneladas por hectárea.

2.2.4 Comercialización

De acuerdo con Rodallega (2019), destacó que el cultivo de guayaba ofrece un mercado significativo y se produce durante todo el año. Los frutos, caracterizados por su color verde brillante y sabor intenso, son valorados tanto en su forma fresca como en productos procesados. Su creciente popularidad se debe a la facilidad con la que se puede transformar en dulces, jaleas, jarabes y refrescos, aprovechando así su versatilidad en la industria alimentaria.

2.3 MARAÑON (*Anacardium occidental* L.)

El árbol de marañón (caso) crece rápidamente y puede alcanzar alturas de entre 4 y 12 metros. Produce frutos en racimos que emergen de las ramillas terminales durante los meses de diciembre a marzo (Gattoni & Castillo 1961). En 2018, la producción anual fue de 2,025 toneladas (MINAGRINA & DGESEP 2019). El fruto tiene un sabor ácido y astringente, y es rico en vitamina C, magnesio, potasio, calcio, hierro y fósforo. Se utiliza principalmente para la elaboración de jugos y vinos. (Casado 2007)

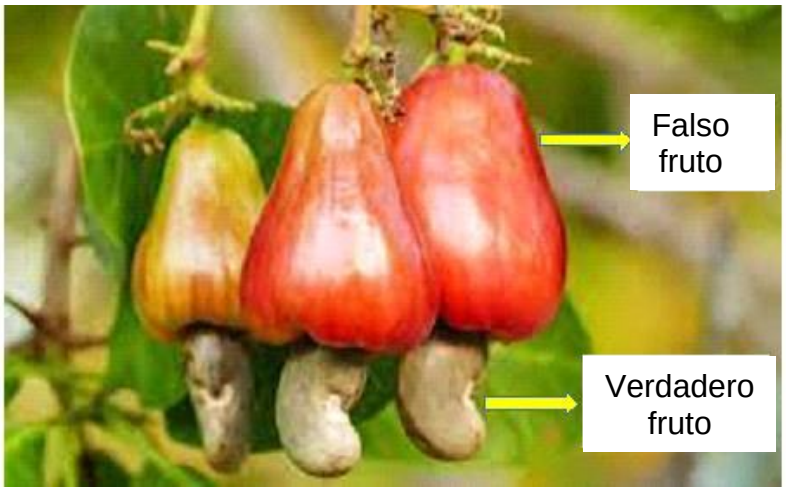


Figura.2. Frito del marañón (Gulda 2023)

2.3.1 Nuez de marañón (casho)

Según Casado (2007) la almendra o nuez del marañón, también conocida como "nuez", está compuesta por el pericarpio y un endospermo. Esta nuez tiene una forma de riñón, con un color que varía entre gris y pardo grisáceo. Su tamaño oscila entre 2.5 y 3 cm de longitud, un grosor de 1 a 1.5 cm, y su peso entre 5 y 6 gramos. Cuando la almendra esta tostada o fritura, se vuelve comestible y se utiliza en la producción de cereales. En estado crudo, contiene un aceite tóxico llamado cardol, que es cáustico y puede causar severas irritaciones en la piel. El rendimiento de la almendra comestible representa entre el 20% y 30% del total.

Como expresa Correa & Reppizo (2021) la nuez de marañón destaca por su perfil lipídico, comparable al de aceites con beneficios comprobados para la salud. Investigaciones indican que los compuestos alcohólicos presentes en los anacardos pueden inhibir enzimas relacionadas con procesos cancerígenos. Esta propiedad ha llevado al desarrollo de una forma soluble en agua del anacardo a partir de la nuez de marañón, optimizando su potencial terapéutico.



Figura 3. Nuez de marañón

2.3.2 Valor nutricional de la nuez de marañón

La almendra de marañón presenta un contenido proteico que varía entre 14.14% y 27.36%. Su contenido graso es significativo, oscilando entre 37.68% y 51.89%, con el ácido oleico como el predominante. (Arroyo & Castro 2023) Además, contiene un 8.44% de fibra y un 55.85% de carbohidratos, y se destaca por su aporte de vitamina C y calcio (Moreyra 2023). Por otra parte, la almendra de marañón tiene un contenido de humedad de 5.3% ± 0.4 y un contenido de cenizas de 2.7% ± 0.5. (Tapia & Castro 2023)

2.4 BEBIDA INSTANTANEA

Para Naddaf et al. (2012) este producto en polvo, al ser mezclado con agua u otro líquido, se convierte en una bebida que imita la textura y el sabor de la fruta fresca. La pulpa de la fruta se microencapsula mediante un proceso que la envuelve en una fina capa permeable, lo cual la protege de la oxidación, el deterioro y la pérdida de sabor durante el almacenamiento.

De acuerdo con Del Aguila & Chung (2024) las bebidas instantáneas con pulpa microencapsulada representan un notable avance tecnológico en la industria alimentaria. Esta tecnología ofrece múltiples ventajas, como la preservación de las propiedades nutricionales y el sabor de la fruta fresca. Además, permite una amplia variedad de sabores, reduce el desperdicio, proporciona un producto práctico y fácil de preparar, es altamente versátil y posee una larga vida útil.

Por otro lado, Kraak et al. (2022) destacan que el panorama de las bebidas instantáneas es altamente positivo y prometedor. En varios países, el consumo de productos solubles ha comenzado a desplazar a ciertas categorías tradicionales de bebidas. Los estudios de mercado y las consultoras predicen que esta tendencia

también se manifestará en Europa. Esto se debe a los cambios en la estructura demográfica de los consumidores, incluidos tanto los residentes locales como los nómadas, quienes a su vez ellos realizan más actividades fuera del hogar y buscan opciones de bebidas muy prácticas y listas para consumir sin necesidad de preparación.

2.5 MICROENCAPSULACIÓN

Según Choudhury et al. (2021) el procedimiento de encapsulación consiste en envolver partículas líquidas con un recubrimiento funcional que varía en grosor desde micrones hasta milímetros. Este recubrimiento protege o aísla el material encapsulado de su entorno físico o químico. Además, permite la liberación controlada del contenido encapsulado en respuesta a estímulos específicos como temperatura, pH y humedad, presentes en sistemas naturales. Esta técnica tiene diversas aplicaciones en la industria alimentaria.

Del mismo modo Piñeros (2020) se destacan varios métodos de secado, siendo el secado por atomización el más comúnmente empleado. Este proceso permite la microencapsulación, que transforma productos densos en partículas de menor tamaño. Esta reducción de tamaño no solo mejora las características físicas y fisicoquímicas del producto, sino que también facilita el cumplimiento de los requisitos.

La microencapsulación de pulpa de fruta es altamente adecuada para satisfacer las demandas del mercado, ofreciendo un producto versátil que se adapta a diversas aplicaciones.

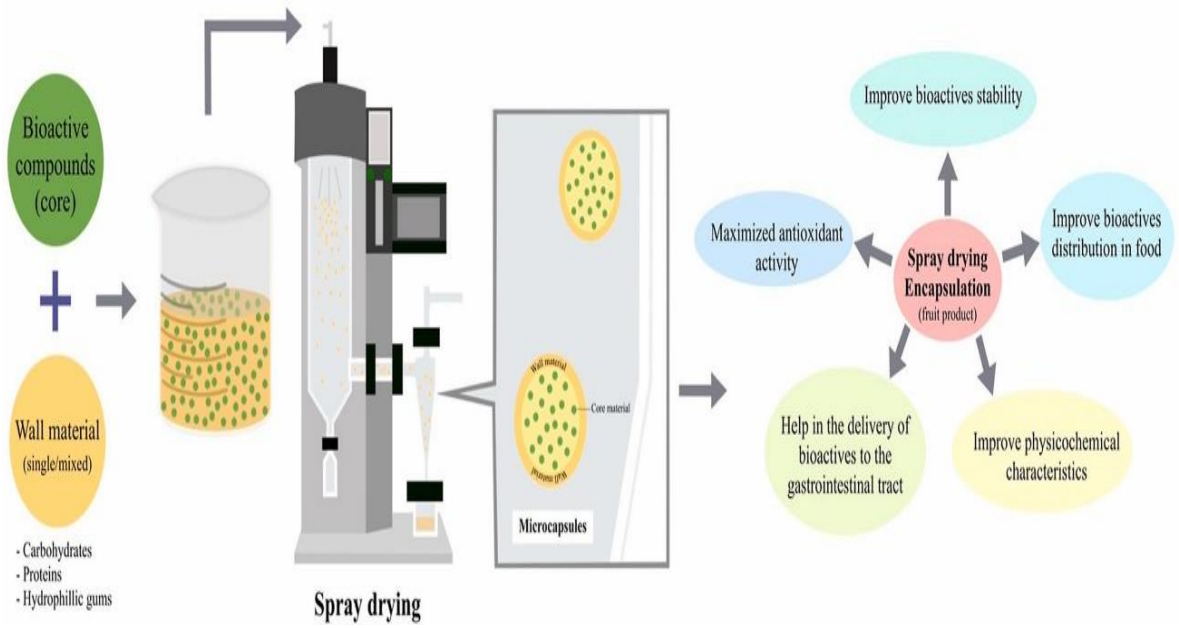


Figura.4. Secado por atomización (Jafari et al. 2023)

2.5.1 Materiales encapsulantes

En la **Tabla 2 se** describe Los materiales de encapsulación presentan propiedades destacadas, como la especificidad del recubrimiento y características de interés que los hacen adecuados para la microencapsulación de alimentos. Estas propiedades deseables optimizan su uso como recubrimientos en el proceso de encapsulación. (Guevara et al. 2016)

Tabla 2: Características de materiales de recubrimiento usados en la microencapsulación de alimenticios (Reyna 2015).

Tipos de materiales encapsulantes	Coberturas específicas	Características de interés
Carbohidratos	Almidón y derivados, maltodextrinas, jarabes de maíz, sacarosa, dextrana y ciclodextrinas.	Formador de película, muy buen emulsionante.
Gomas	Arábiga, mezquite, guar, lginato de sodio, carragenina y alginato de sodio.	Emulsionante y formador de películas.

Tipos de materiales encapsulantes	Coberturas específicas	Características de interés
Proteínas	Gelatina, proteína de soja, caseinatos, suero de leche, zeína, gluten y caseína.	Emulsionante y formador de películas.
Lípidos	Ceras, perafinas, grasas, ácidoesteárico, triestearina, mono y diglicéridos.	Formador de película y emulsionante.
Celulosas	Carboximetilcelulosa, metilcelulosa, etilcelulosa, nitrocelulosa y acetelcelulosa.	Formador de película.

2.5.2 Maltodextrina

De acuerdo con Erechim (2022) la maltodextrina es un carbohidrato derivado de almidones, ampliamente utilizado en la industria alimentaria debido a su capacidad para mejorar la textura y estabilidad de los productos, así como para formar películas comestibles. Además de estas funciones, la maltodextrina se emplea como encapsulante, un proceso que involucra la incorporación de activos como vitaminas y compuestos bioactivos en matrices sólidas. Su funcionalidad, junto con sus propiedades fisicoquímicas, ofrece beneficios significativos para la industria alimentaria.

Según Rios-Aguirre & Gil-Garzón (2021) los sistemas de encapsulación son ampliamente reconocidos por su capacidad para proteger compuestos activos en alimentos. Estos sistemas permiten una liberación controlada y protegida de los compuestos, con la posibilidad de ajustar la tasa de liberación para lograr respuestas específicas tanto desde el punto de vista nutricional como tecnológico en el contexto de los alimentos.

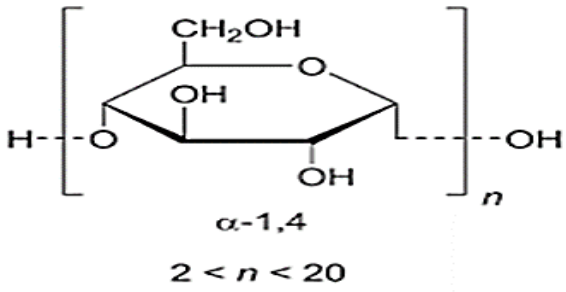


Figura.5. Fórmula estructural de la maltodextrina (Zhang et al. 2020).

2.6 ANTOCIANINA

Como expresa Chulde (2023) las antocianinas son moléculas destacadas por su color vibrante y pertenecen al grupo de flavonoides, específicamente a la subfamilia de las antocianidinas. El aglicón de las antocianinas se denomina antocianidina. Están compuestos se nombran en función del catión y el azúcar asociados, y también se identifican por su fluorescencia, la cual es crucial en su estudio. La pelargonidina y la cianidina son los grupos más numerosos y exhiben una fluorescencia roja intensa, con un máximo de emisión entre 570 y 580 nm y una absorción máxima entre 480 y 520 nm. Esta fluorescencia intensa y su carácter ácido las hacen útiles para el aislamiento en mezclas.

Para Cubillos & Pava (2021) dentro de los flavonoides, la antocianina destaca por sus propiedades nutricionales y beneficiosas para la salud, haciéndola particularmente relevante.

De acuerdo con Raza (2023) inicialmente el estudio de las antocianinas se enfocó en la síntesis, acumulación y transporte de estos pigmentos, además de las características moleculares para su clasificación taxonómica. Con el paso del tiempo, la investigación ha cambiado su enfoque hacia la cuantificación de estos compuestos, buscando correlacionar la presencia de ciertos pigmentos con la

calidad de la fruta y sus diversos beneficios para la salud humana. Así, se ha avanzado en comprender cómo estos pigmentos afectan tanto las propiedades organolépticas de los alimentos como sus efectos saludables en el organismo.

2.6.1 Clasificación de las antocianinas

Según López et al. (2023) las antocianinas pueden presentar colores que varían entre violetas, azules y rojos. La reducción del pH en soluciones acuosas provoca un cambio en las antocianinas rojas hacia tonalidades azules. Los colores de flores, frutas y hojas en ciertas plantas dependen del pH: en ambientes ácidos, muestran tonos rojos, mientras que en medios básicos adquieren tonalidades azules. Estas sustancias tienen propiedades beneficiosas, incluyendo actividad antioxidante, anticancerígena, antiinflamatoria, antidiabética, neuroprotectora y cardioprotectora. Las frutas con mayor contenido de antocianina.

2.6.2 Clasificación estructural

Como expresan Xóchitl et al. (2022) clasifican las antocianinas según el tipo de aglicona a la que están unidas. La aglicona, que forma la estructura central de la antocianina, puede variar. Los seis tipos principales de antocianinas se distinguen por estas diferencias estructurales.

- **Pelargonidinas:** Aglicona: 2,4 -dihidroxibenzoato

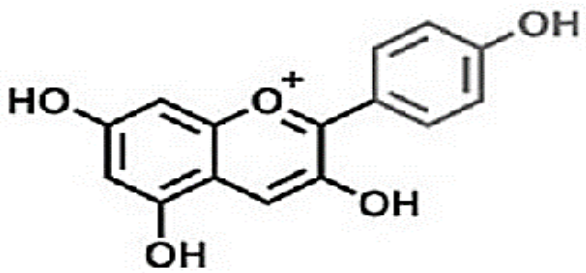


Figura 6. Antocianina de pelargonidina (Salehi et al. 2020)

- **Cianidinas:** Aglicona: 3,4 -dihidroxibenzoato

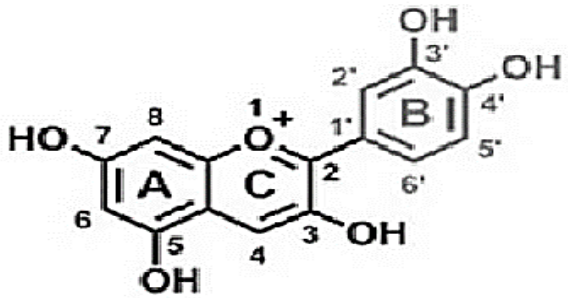


Figura 7. Antocianina cianidina **(**Dumbrava et al. 2008)

- **Delfinidinas:** Aglicona: 3,5 -dihidroxibenzoato

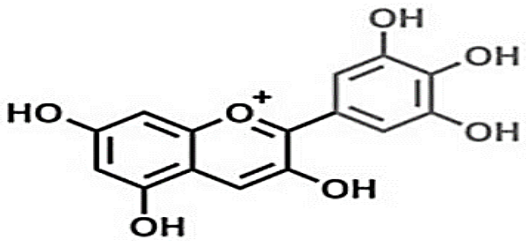


Figura 8. Antocianina delfinidina (Malik et al. 2007)

- **Peonidinas:** Aglicona: 3, 4, 5-trihidroxibenzoato

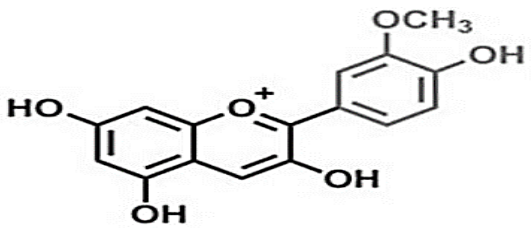


Figura 9. Antocianina de peonidina (Helmenstine 2021).

- **Petunidinas: Aglicona:** 3, 5-dihidroxibenzoato con un grupo metoxilo en la posición 6

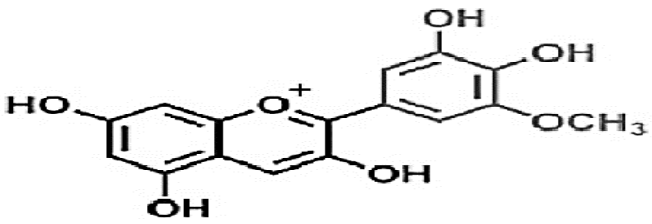


Figura 10. Petunidina antocianina (Fernández 2020).

- **Malvidinas: Aglicona:** 3, 5-dihidroxibenzoato con un grupo metoxilo en la posición 3

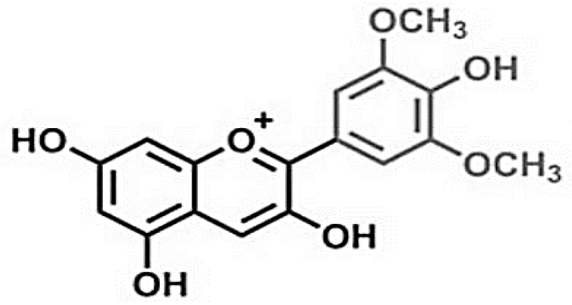


Figura 11. Antocianina malvidina (Makowska et al. 2014)

2.7 CAROTENOIDE TOTALES

Como expresa Hernández & Radahelly (2023) los carotenoides son pigmentos naturales que aportan colores amarillo, naranja, verde y rojo, y se encuentran principalmente en los cloroplastos y cromoplastos de flores y frutas. Entre los carotenoides más destacados están la β-criptoxantina, α-caroteno, β-caroteno, neoxantina, luteína y zeaxantina, siendo el licopeno, el β-caroteno y la β-criptoxantina los más abundantes. Estos pigmentos son esenciales para la salud humana debido a sus propiedades como provitamina A, antioxidantes, antimutagénicas y anticancerígenas. También son fundamentales para la reproducción, la síntesis y secreción de hormonas, la función cardíaca y la regulación gástrica.

Según Costa (2022) los carotenoides que se transforman en vitamina A se denominan provitaminas A o precursores de retinoides. Un ejemplo notable es el betacaroteno, que destaca por su alta equivalencia al retinol. Estos carotenoides poseen más de 40 átomos de carbono y presentan una estructura de cadena cíclica (tetraterpeno). Son responsables de los colores amarillo y naranja en los vegetales,

así como del tono rosado y anaranjado en las carnes. Estos colores están asociados con la capacidad antioxidante del organismo

Para Beltrán et al. (2023) consumir frutas y verduras ricas en antioxidantes durante 5 años ofrece una protección superior a la de tomar suplementos de betacarotenos comerciales durante 15 años. La ingesta de betacarotenos y otros antioxidantes puede reducir la oxidación de lipoproteínas, incluidas las que contienen altos niveles de colesterol, disminuyendo así la producción de colesterol en el cuerpo. Este enfoque puede ser aplicable a alimentos que afectan las lipoproteínas y que no generan efectos secundarios, ayudando a reducir los niveles de lípidos en la sangre.

2.7.1 Grupos de los carotenoides totales

Para Sanos (2023) las frutas y verduras más coloridas y maduras contienen mayores concentraciones de carotenoides. Aunque no podemos detectar directamente estos compuestos, su presencia influye notablemente en el color y la apariencia de estos alimentos.

Podemos clasificar los alimentos en varios grupos según sus componentes nutricionales:

- **Frutas**: Contienen naringenina (manzana, pera, uva, albaricoque, fresa), β-caroteno (albaricoque, melón, nectarina, pomelo) y flavonoides (aguacate, cereza, albaricoque).
- **Hortalizas**: El brócoli es rico en isotiocianatos y vitamina C.
- **Cereales**: El pan integral de trigo es una buena fuente de fibra insoluble.
- Lácteos: El queso destaca por su alto contenido de calcio.

- **Carne:** El selenio es un mineral presente en carnes.

La vitamina más conocida es el Retinol (Vitamina A), cuyo principal origen son los carotenos (α, β y γ-caroteno), presentes tanto en alimentos vegetales como animales.

2.7.2 Clasificación estructural de los carotenoides:

Los carotenoides se dividen en dos categorías principales:

- **Carotenoides provitamina A:** Estos carotenoides pueden ser convertidos en vitamina A por el organismo humano. Los principales carotenoides de este tipo incluyen el β-caroteno, el α-caroteno y la β-criptoxantina.

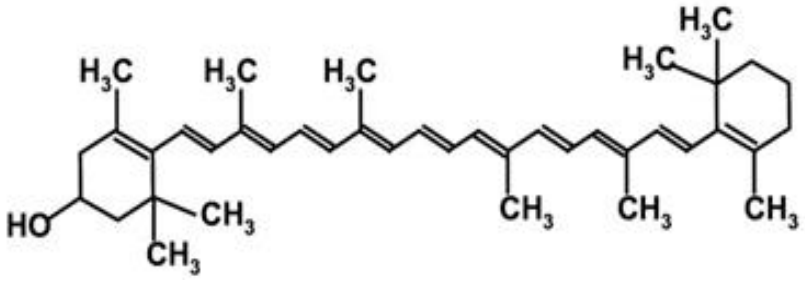


Figura 12. Estructura química de la β-criptoxantina (Iwamoto et al. 2012)

- **Carotenoides no provitamina A:** Estos carotenoides no pueden convertirse en vitamina A para el cuerpo humano. Algunos de los carotenoides sin provitamina A son el licopeno, la luteína y la zeaxantina"

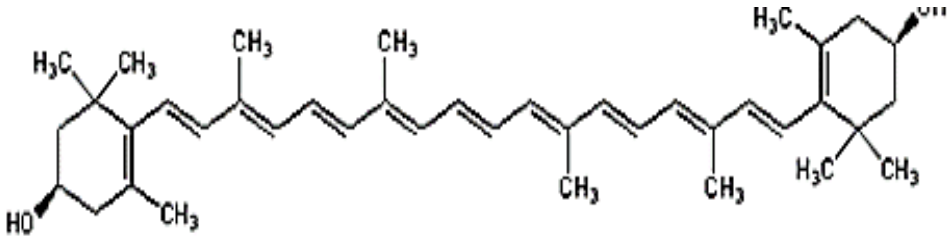


Figura 13. Estructura química de la zeaxantina (Britton & Khachik 2009)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de los laboratorios de Tecnología de Industrias Lácteas y Química Analítica de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicada en la Carretera Federico Basadre km 6, situado en el distrito de Manantay, provincia de coronel Portillo, Región de Ucayali, Selva baja de la amazonia, geográficamente ubicada a 8° 23' 39" de latitud sur y 7 4° 34' 39" de longitud oeste y 154 msnm.

3.2 MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.2.1 Materia prima

- Pulpa microencapsulada (guayaba y nuez de marañón)
- Chancaca

3.2.2 Insumos

- Maltodextrina y alcohol de 90%

3.3 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

3.3.1 Materiales de proceso

Plumón marcador, Libreta de apuntes, 2 cuchillos, 1 pinza de acero inoxidable, 3 bandejas de plástico, 2 cucharas de acero inoxidable, 1 olla de 2L, Cámara fotográfica, 1 m de tela para filtrar, envases herméticos y bolsas trilaminadas.

3.3.2 Equipos de laboratorio

Equipo extractor soxhlet MXBAOHENG 16.9 fl oz 500 ml, equipo pH de mesa OHAUS ST2100-F, estufa eléctrica huamao HM-PE310, horno de mufla 1.6 L

temperatura máx. +1100 °C, HOBERSAL®, balanza analítica, desecador SP Bel-Art (F42030-0000), Espectrofotómetro, licuadora 1.5 litros, centrifugadora y pHchimetro digital.

3.3.3 Materiales de laboratorio

Soporte universal, tubo de ensayo, gradilla para tubos de ensayo, condensador de reflujo, matraz Erlenmeyer, embudo de Bunchner (Hartley), papel filtro, pipeta, agente antiespumante o perlas de vidrio, tips, placa petri, crisol de porcelana, pinzas de metal, bureta, papel Whatman N°4, fiola, pera de decantación y cubeta de vidrio.

3.3.4 Reactivos

Ácido galico ($C7H_6O_5$)trolox ($C_{14}H_{18}O_4$), folin ciocalteu (FCR), nitrato de aluminio($Al(NO_3)_3$), hidróxido de sodio al 1.25%, ácido clorhídrico (HCl) al 1%, etanol, acetona, sulfato de potasio (K_2SO_4), sulfato de cobre ($CuSO_4$), ácido sulfúrico (H_2SO_4), agua destilada, hidróxido de sodio (NaOH) al 0,1N al 50%, ácido bórico (H_3BO_3), HCl a 0.1 N, , indicador fenolftaleína, cloruro de potasio, acetato de sodio, etanol: acetona.

3.3.5 Material de limpieza

Hipoclorito de sodio (NaClO) al 4.0%, tela de algodón para la limpieza, detergente, escoba, recogedor.

3.3.6 Indumentaria

Guantes de látex, cofia, mandil y mascarilla.

3.4 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.4.1 Diagrama del proceso para la obtención de la muestra (bebida instantánea de guayaba y la nuez de marañón deshidratada)

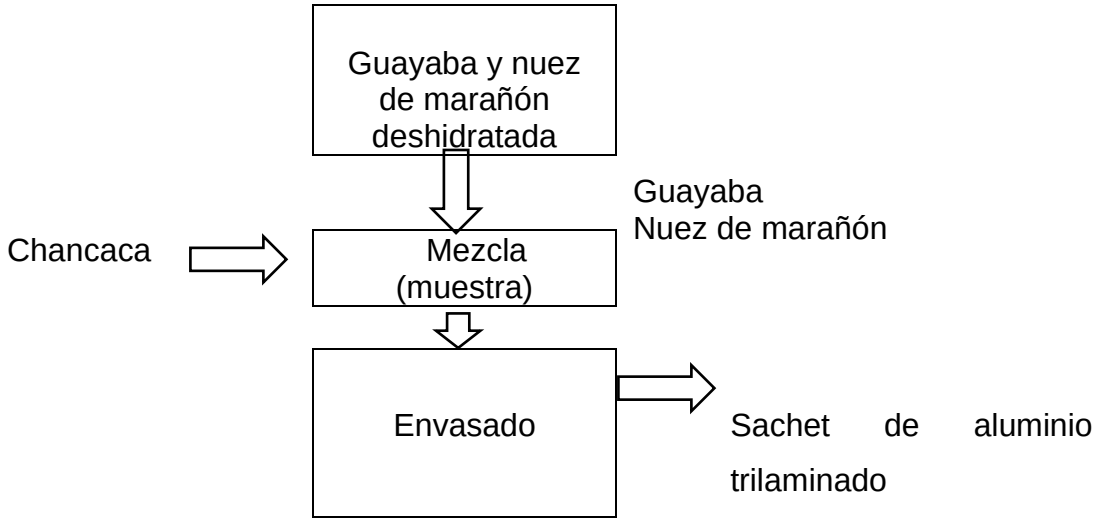


Figura 14. Diagrama de flujo del proceso de la bebida instantáneo (Del Aguila Trigoso & Chung Noriega 2024)

3.4.2 Descripción del proceso de una bebida instantánea de pulpa deshidratada de la guayaba y la nuez de marañón.

- **Guayaba y nuez de marañón deshidratado:**

La pulpa en polvo (atomizada) estuvo en condiciones de una humedad entre 4 y 5 % ya que mayores que ellas pueden afectar a los nutrientes presentes en la pulpa como la vitamina C.

- **Mezcla (muestra)**

Las muestras que se analizaron fueron las mezclas ya atomizadas de guayaba 35%, 40% y 45%, nuez de marañón de 15%, 10% y 5%, con un edulcorante (chancaca al 50%).

Posteriormente, ya teniendo las muestras definidas se determinó

la calidad del producto, análisis fisicoquímicos, también la capacidad antioxidante los cuales vienen a ser los siguientes:

T_1: Guayaba 30% + nuez de marañón 15% + chancaca 50%

T_2: Guayaba 40% + nuez de marañón 10% + chancaca 50%

T_3: Guayaba 45% + nuez de marañón 5% + chancaca 50%

- **Envasado:**

De esa manera, el envase cuenta con las condiciones herméticas para que no exista posibilidad de humedecer el producto, por lo cual se envasó en sachet de aluminio trilaminados de 10 g para 100 ml y sellados al vacío de manera segura.

3.5 METODOS DE ANÁLISIS

El método realizado para los análisis fisicoquímicos, antocianinas y carotenoides totales de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón, se llevaron a cabo en los laboratorios de Industrias Lácteas y Química Analítica de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Ucayali.

Los resultados de los ensayos se triplicaron a cada uno de los tratamientos, siguiendo los siguientes protocolos:

3.5.1 Análisis Fisicoquímico

A los tratamientos evaluados: **T_1:** Guayaba 30% + nuez de marañón 15% + chancaca 50%; **T_2:** Guayaba 40% + nuez de marañón 10% + chancaca 50% y **T_3:** Guayaba 45% + nuez de marañón 5% + chancaca 50%, según la metodología original de (AOAC 2005) (Ver en el **Anexo 2**). Se realizaron ajustes para el trabajo de investigación.

- Fibras (%)
- Humedad (%)
- Carbohidratos (%)
- Ceniza (%)
- Grasa (%)
- Proteína (%)
- pH
- Acidez (%)

3.5.2 Antocianinas

Se evaluaron a los tres tratamientos, Según la metodología de (Sotero & García 2009) (Ver metodología aplicada en el **Anexo 3**)

- Antocianinas (mg/100g)

3.5.3 Carotenoides totales

Se evaluaron a los tres tratamientos, Según la metodología de (Howard 1999) (Ver metodología aplicada en el **Anexo 3**)

- Carotenoides totales (µg /g)

3.6 DISEÑO ESTADÍSTICO

3.6.1 Evaluación paramétrica para los análisis fisicoquímicos, antocianinas y carotenoides totales.

Los tratamientos evaluados **T_1:** Guayaba 30% + nuez de marañón 15% + chancaca 50%; **T_2:** Guayaba 40% + nuez de marañón 10% + chancaca 50% y **T_3:** Guayaba 45% + nuez de marañón 5% + chancaca 50%, se aplicaron en un diseño completamente al azar (DCA), y se realizó un CANVA (análisis de varianza) en

humedad (%) carbohidratos (%), ceniza (%), grasa (%), proteína (%), pH, acidez (%), antocianina (mg/100) y carotenoides totales (µg /100 g). Los datos obtenidos se procesaron en el programa estadístico Minitab® Vers.17.1.0. Se descartó el análisis de fibra, puesto a que no se encontró.

3.6.2 Modelo Estadístico DCA

. **Modelo Estadístico**

Dónde:

$$y_{ij} = \mu + a_i + \varepsilon_{ij}$$

$\boldsymbol{y_{ij}}$: Resultado del i-esima sujeto bajo el j-esima tratamiento: : **T₁:** Guayaba 30% + nuez de marañón 15% + chancaca 50%; **T₂:** Guayaba 40% + nuez de marañón 10% + chancaca 50% y **T₃:** Guayaba 45% + nuez de marañón 5% + chancaca 50%,

$\boldsymbol{\mu}$**:**. Media general de todos los tratamientos.

$\boldsymbol{a_i}$**:** Es el i -ésimo efecto tratamiento: : **T₁:** Guayaba 30% + nuez de marañón 15% + chancaca 50%; **T₂:** Guayaba 40% + nuez de marañón 10% + chancaca 50% y **T₃:** Guayaba 45% + nuez de marañón 5% + chancaca 50%,

$\boldsymbol{\varepsilon_{ij}}$**:** Representa el error experimental o residual.

3.6.2.1 Distribución de los tratamientos

Tabla 3: Distribución de los tratamientos

Tratamientos	Repeticiones	Unidades experimentales
T_1	R1-R2-R3-R4	12
T_2	R1-R2-R3-R4	
T_3	R1-R2-R3-R4	

T_1: Guayaba 35% + Nuez de marañón 15% + Chancaca 50%; **T_2:** Guayaba 40% +Nuez de marañón 10% + Chancaca 50% y **T_3:** Guayaba 45% +Nuez de marañón 5% + Chancaca 50%; **R:** Repeticiones.

3.6.2.2 Análisis de varianza en DCA

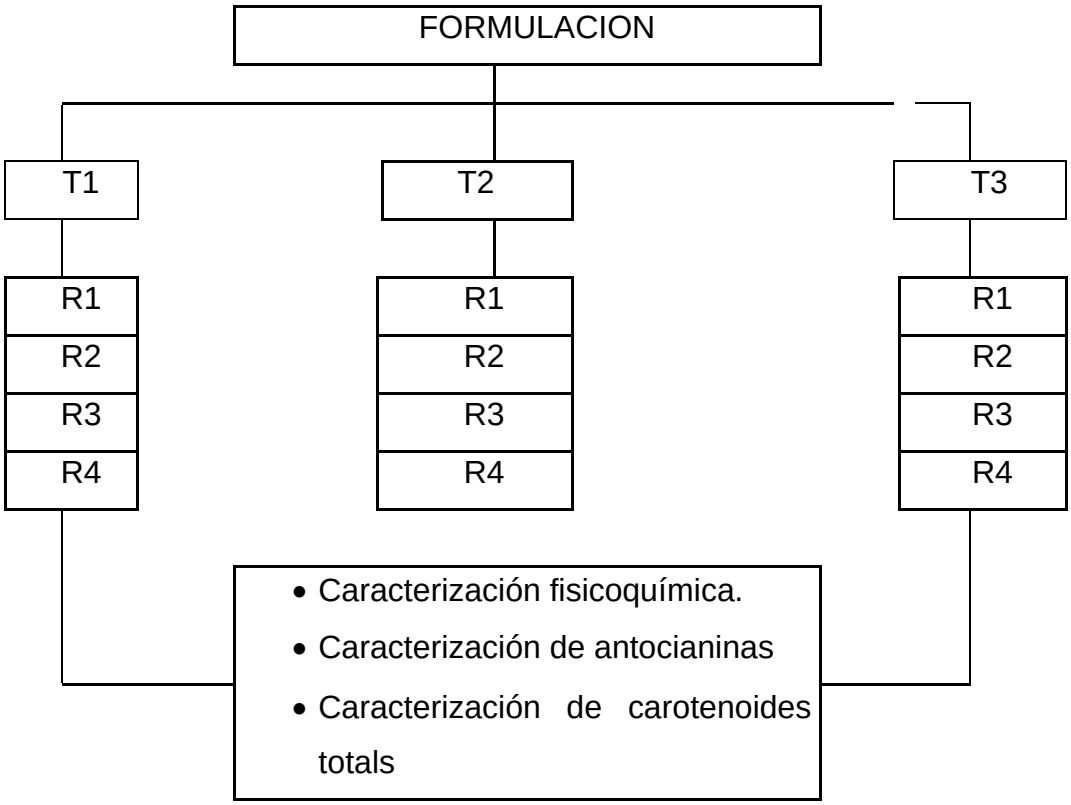
Tabla 4: Análisis de varianza en DCA

Fuente de Variación	Gl	S.C	C.M	F	p
Tratamientos	2	*	*	*	*
Error	9	*	*		
Total	11	*			

F.V: Fuente de Variación; **g.l: grado** de libertad; **S.C:** Suma de cuadrados; **C.M:** Cuadrado medio; **p:** valor >, < a 0.05; ** = significativo. * Los datos obtenidos se observan en el ANVA de los anexos.

3.6.3 Esquema experimental

Figura.15. Esquema experimental estadístico DCA



T_1: Guayaba 35% + Nuez de marañón 15% + Chancaca 50%; **T_2:** Guayaba 40% +Nuez de marañón 10% + Chancaca 50% y **T_3:** Guayaba 45% +Nuez de marañón 5% + Chancaca 50%; **R:** Repeticiones.

3.7 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.7.1 Tipo de investigación

Para el cumplimiento de los objetivos planteados, la investigación es experimental aplicada ya que se planteó un diseño de este tipo con el fin de elegir el más viable, factible y que cumpliera con los estándares e indicadores de calidad estipulados.

3.7.2 Nivel de investigación

Este estudio de carácter experimental aplicado, donde se tuvo la intervención directa del investigador, integrando conocimientos teóricos y empíricos. Se emplearon variables con distintos porcentajes de concentración de guayaba y nuez de marañón atomizada, además de chancaca, para evaluar características fisicoquímicas, así como los niveles de antocianinas y carotenoides totales.

3.7.3 Población y muestra

La población considerada, estuvo sujeta a la producción y oferta de la guayaba y nuez de marañón en la ciudad de Pucallpa.

La muestra de guayaba y nuez de marañón atomizada fue de 100g.

3.8 MEDICION DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE

3.8.1 Variables independientes

Factor 1: Concentración de pulpa (Deshidratación)

- **T_1:** Guayaba 35%+ Nuez de marañón 15%+ Chancaca 50%
- **T_2:** Guayaba 40% +Nuez de marañón 10%+ Chancaca 50%
- **T_3:** Guayaba 45% +Nuez de marañón 5% + Chancaca 50%

3.8.2 Variables Dependientes

- **Análisis fisicoquímicos:** Fibras (%), humedad (%), carbohidratos (%), ceniza (%), grasa (%), proteína (%), pH y acidez (%).
- **Contenido de antocianinas** (mg/100g)
- **Contenido de carotenoides totales** (µg /g)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CONTENIDO DE FIBRA DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN

El análisis realizado confirmó que todas las muestras evaluadas carecían completamente de fibra. No se detectaron niveles medibles de fibra en ninguno de los tratamientos, lo que evidencia una ausencia total de fibras en los productos analizados. Los resultados indican que el contenido de fibras en la bebida, bajo las condiciones trabajadas, no fueron detectables.

4.2 CONTENIDO DE HUMEDAD DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN

Los datos relacionados al análisis de varianza de humedad de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón en la **Tabla 14A**, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.015, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9540, esto nos indica que el 95.40% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 4.6% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 5: Variación del contenido de humedad en porcentaje de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón

Tratamientos	Repetición	Humedad en (%)	Significancia
T_3 (Guayaba 45% + Marañón 5%+ Chancaca 50%)	4	5.99	a
T_1 (Guayaba 35% + Marañón 15% + Chancaca 50%)	4	5.89	b
T_2 (Guayaba 40% + Marañón 10% + Chancaca 50%)	4	5.85	c

T_1: Guayaba (35 %) + Nuez de Marañón (15 %) + Chancaca (50%)**; T_2:** Guayaba (40 %) + Nuez de Marañón (10 %) + Chancaca (50%) **y T_3:** Guayaba (45 %) + Nuez de Marañón (5 %) + Chancaca (50%)**.**

En la **Figura 16** se muestran los resultados de humedad de los tratamientos en estudio, que varían entre 5.99% y 5.85%. Estos valores son consistentes con los reportados por (Aguilar & Chung 2024), quienes encontraron un rango de humedad de 4.89% a 5.79% en refresco instantáneo de pulpa microencapsulada de camu camu y huasaí, el cual fue atomizado a 160°C

El T_2 (5.85) presenta la menor media de humedad, seguido por T_1 (5.89) y T_3 (5.99).

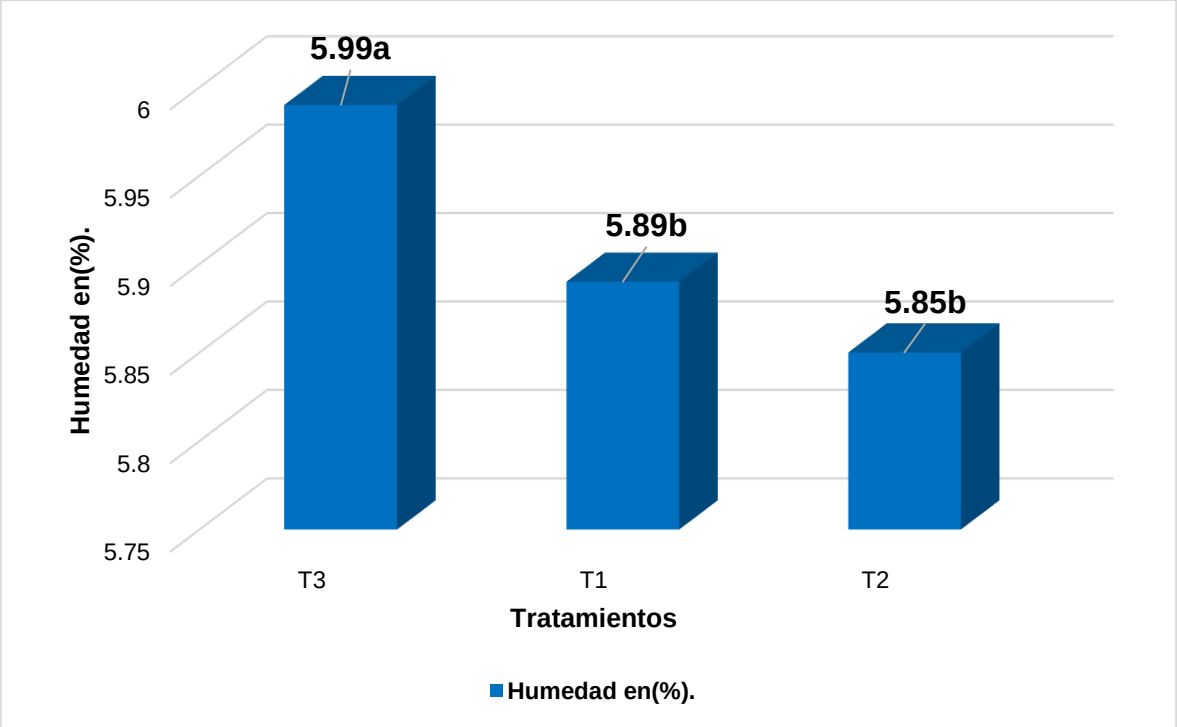


Figura 16: Fluctuación de la humedad de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.

4.3 CONTENIDO DE PROTEÍNA DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN

Los datos relacionados al análisis de varianza de proteína de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón en la **Tabla 15A**, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.010, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9988, esto nos indica que el 99.88% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 0.12% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 6: Variación del contenido de proteína de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón

Tratamientos	Repetición	Proteína en (%)	Significancia
T_1 (Guayaba 35% + Marañón 15% + Chancaca 50%)	4	2.97	a
T_2 (Guayaba 40% + Marañón 10% + Chancaca 50%)	4	2.45	b
T_3 (Guayaba 45% + Marañón 5%+ Chancaca 50%)	4	2.45	b

T_1: Guayaba (35 %) + Nuez de Marañón (15 %) + Chancaca (50%)**; T_2:** Guayaba (40 %) + Nuez de Marañón (10 %) + Chancaca (50%) **y T_3:** Guayaba (45 %) + Nuez de Marañón (5 %) + Chancaca (50%)**.**

En la **Figura 17**, se muestran el resultado de proteína de los tratamientos en estudio, los cuales varían entre 2.45% y 2.97%. Estos valores se asemejan con lo reportado por (Aguilar & Chung 2024) quien encontró proteína en la formulación A dé 2.10% y en la formulación B de 2.44% en una bebida hidratante a partir de pulpa microencapsulada de huasaí, camu camu y edulcorada con chancha.

El T_1 (2.97) presenta la mayor media de proteína, seguido por el T_2 y el T_3 (2.45).

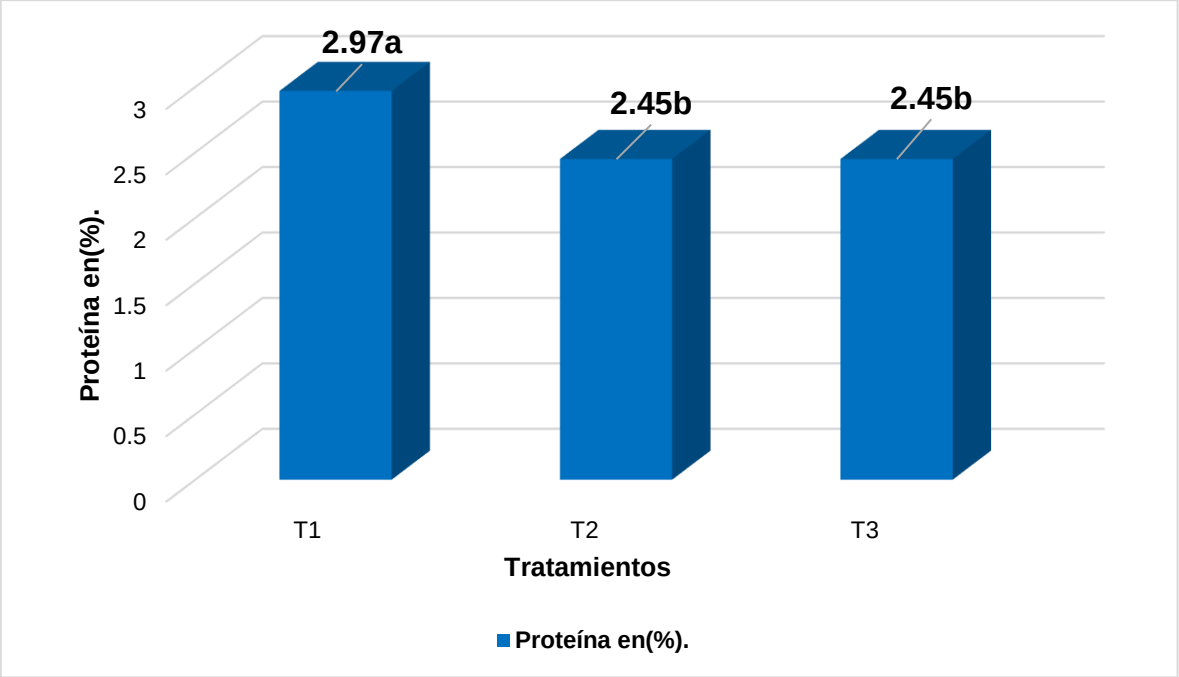


Figura 17: Fluctuación de la proteína de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.

4.4 CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN

Los datos relacionados al análisis de varianza de carbohidratos de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón en la **Tabla 16A,** donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.024, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9978, esto nos indica que el 99.78% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 0.22% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 7: Variación del contenido de carbohidratos en porcentaje de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón

Tratamientos	Repetición	Carbohidratos en (%)	Significancia
T_3 (Guayaba 45% + Marañón 5%+ Chancaca 50%)	4	88.02	a
T_2 (Guayaba 40% + Marañón 10%+ Chancaca 50%)	4	87.80	b
T_1 (Guayaba 35% + Marañón 15% + Chancaca 50%)	4	86.97	c

T_1: Guayaba (35 %) + Nuez de Marañón (15 %) + Chancaca (50%)**; T_2:** Guayaba (40 %) + Nuez de Marañón (10 %) + Chancaca (50%) y **T_3:** Guayaba (45 %) + Nuez de Marañón (5 %)+ Chancaca (50%)**.**

En la **Figura 18**, se muestran el resultado de carbohidratos de los tratamientos en estudio, los cuales varían entre 86.97% a 88.02%. Estos valores se asemejan con lo reportado por (Aguilar & Chung 2024) quien encontró en la formulación A de 84.05% y en la formulación B de 80.46% de carbohidratos en una bebida hidratante a partir de pulpa microencapsulada de huasaí, camu camu y edulcorada con chancha.

El T_3 (88.02) presenta la mayor media de carbohidratos, seguido por T_2 (87.8) y T_1 (86.97).

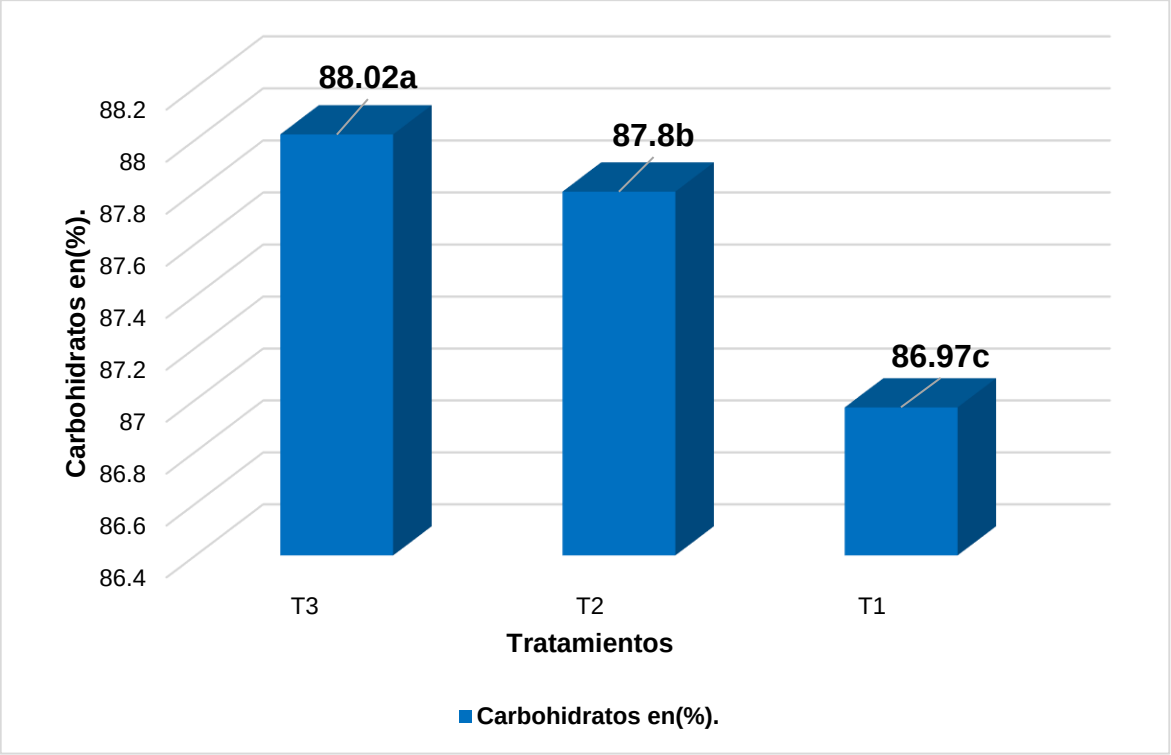


Figura 18: Fluctuación de carbohidratos de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.

4.5 CONTENIDO DE CENIZA DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN

Los datos relacionados al análisis de varianza de ceniza de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón en la **Tabla 17A**, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.008, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9981, esto nos indica que el 99.81% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 0.19% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 8: Variación del contenido de ceniza en porcentaje de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón

Tratamientos	Repetición	Ceniza en (%)	Significancia
T_1 (Guayaba 35% + Marañón 15% + Chancaca 50%)	4	1.36	a
T_2 (Guayaba 40% + Marañón 10% + Chancaca 50%)	4	1.12	b
T_3 (Guayaba 45% + Marañón 5%+ Chancaca 50%)	4	0.99	c

T_1: Guayaba (35 %) + Nuez de Marañón (15 %) + Chancaca (50%)**; T_2:** Guayaba (40 %) + Nuez de Marañón (10 %) + Chancaca (50%) **y T_3:** Guayaba (45 %) + Nuez de Marañón (5 %) + Chancaca (50%)**.**

En la **Figura 19** se muestran los resultados de ceniza de los tratamientos en estudio, los que varían entre 1.36% y 0.99%. Estos valores son consistentes con los reportados por (Heredia 2014) quienes encontraron un rango de 1.4% de ceniza en una bebida nutracéutica a partir de huasaí.

El T_3 (0.99) presenta la menor media de ceniza, seguido por T_2 (1.12) y T_1 (1.36).

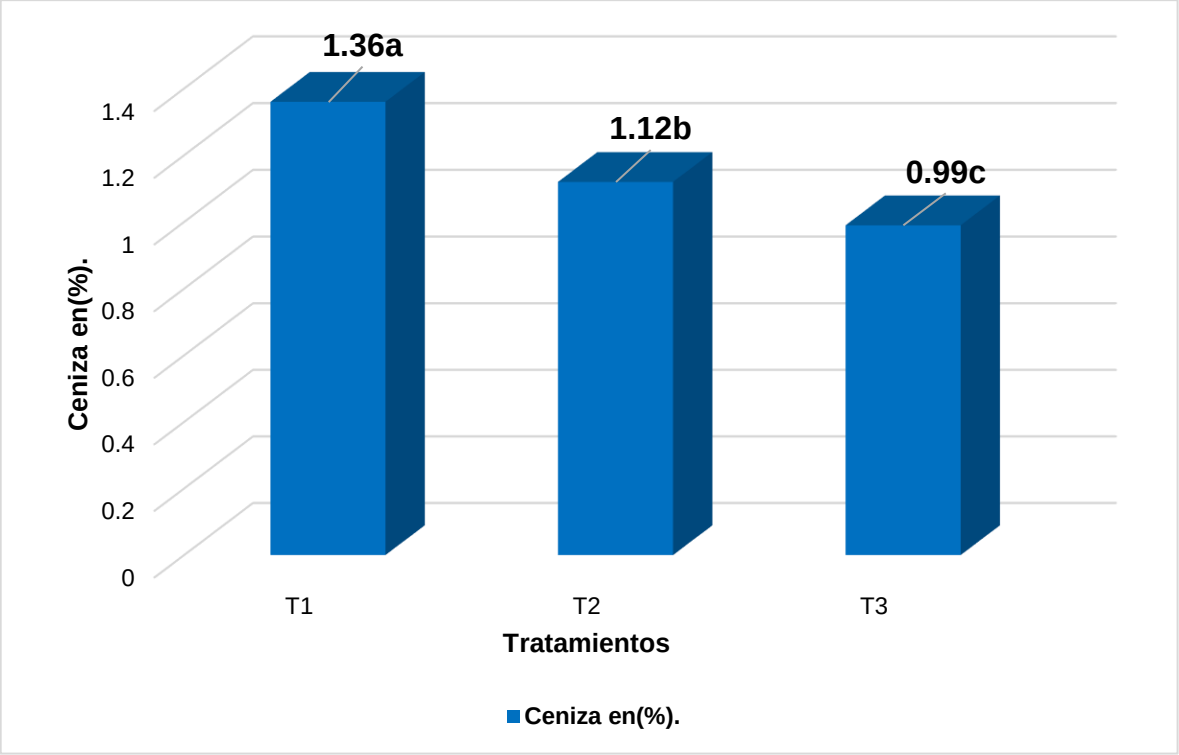


Figura 19: Fluctuación de la ceniza de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.

4.6 CONTENIDO DE GRASA DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN

Los datos relacionados al análisis de varianza de grasa de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón en la **Tabla 18A**, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.013, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9912, esto nos indica que el 99.12% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 0.88% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 9: Variación del contenido de grasa en porcentaje de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón

Tratamientos	Repetición	Grasa en (%)	Significancia
T_1 (Guayaba 35% + Marañón 15% + Chancaca 50%)	4	2.82	a
T_2 (Guayaba 40% + Marañón 10% + Chancaca 50%)	4	2.77	b
T_3 Guayaba 45% + Marañón 5%+ Chancaca 50%)	4	2.55	c

T_1: Guayaba (35 %) + Nuez de Marañón (15 %) + Chancaca (50%)**; T_2:** Guayaba (40 %) + Nuez de Marañón (10 %) + Chancaca (50%) **y T_3:** Guayaba (45 %) + Nuez de Marañón (5 %) + Chancaca (50%)**.**

En la **Figura 20**, se muestran los resultados de grasa de los tratamientos en estudio, los cuales varían entre 2.55% y 2.82%. Estos valores se asemejan con lo reportado por (Aguilar & Chung 2024) quien encontró grasa en la formulación A dé 8.62% y en la formulación B de 11.61% en una bebida hidratante a partir de pulpa microencapsulada de huasaí, camu camu y edulcorada con chancha.

El T_3 (2.55) presenta la menor media de grasa, seguido por T_2 (2.77) y T_1 (2.82).

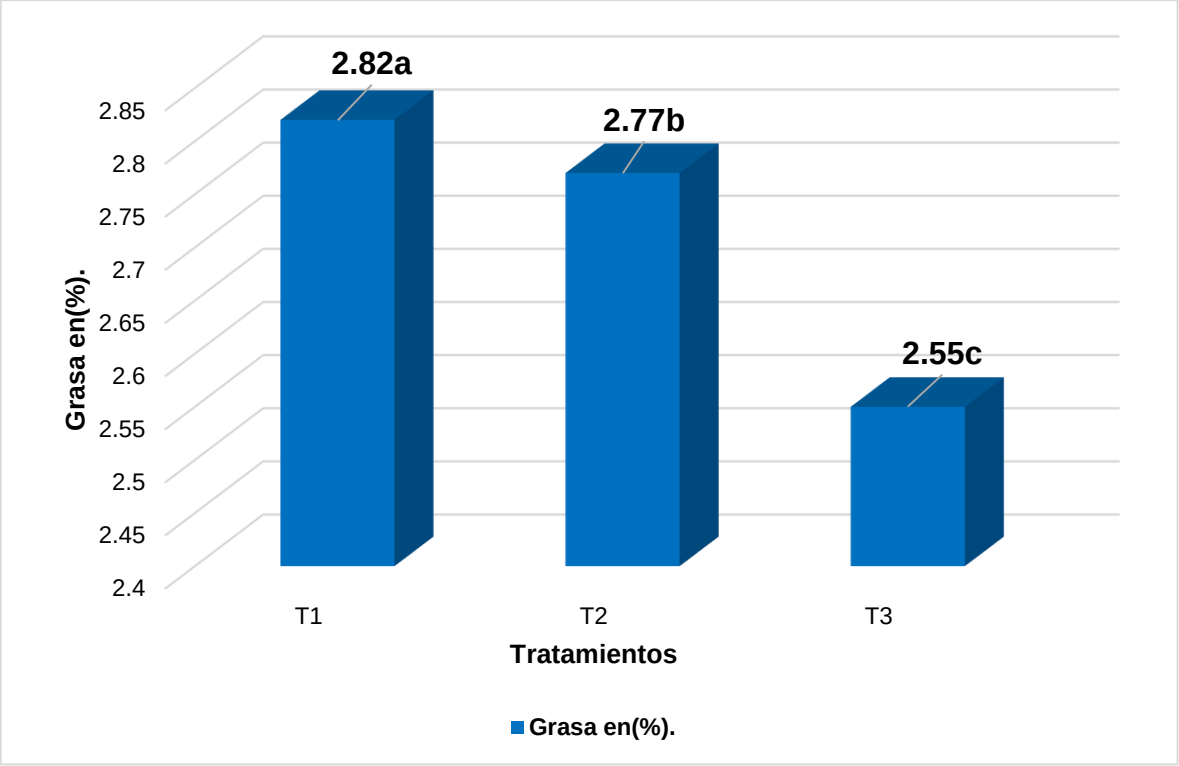


Figura 20: Fluctuación de la grasa de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.

4.7 CONTENIDO DE PH DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN

Los datos relacionados al análisis de varianza de pH de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón en la **Tabla 19A**, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.003, lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9991, esto nos indica que el 99.91% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 0.09% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 10: Variación del contenido de pH de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón

Tratamientos	Repetición	pH	Significancia
T_1 (Guayaba 35% + Marañón 15%+ Chancaca 50%)	4	5.15	a
T_3 (Guayaba 45% + Marañón 5% + Chancaca 50%)	4	5.00	b
T_2 (Guayaba 40% + Marañón 10% + Chancaca 50%)	4	4.96	c

T_1: Guayaba (35 %) + Nuez de Marañón (15 %) + Chancaca (50%)**; T_2:** Guayaba (40 %) + Nuez de Marañón (10 %) + Chancaca (50%) **y T_3:** Guayaba (45 %) + Nuez de Marañón (5 %) + Chancaca (50%)**.**

En la **Figura 21** se muestran los resultados del pH de los tratamientos en estudio, los cuales varían entre 5.15 y 4.96. Estos valores son consistentes con los reportados por (Vela & Villacorta 2023), quien encontró un rango de 4.23 de pH en una bebida hidratante a partir de huasaí, camu camu y agua de coco en diferentes porcentajes. Finalmente, Gonzáles (2010), obtuvo un pH de 4.16 en la caracterización en la guayaba roja.

El T_2 (4.96) presenta la menor media de pH, seguido por T_3 (5) y T_1 (5.15).

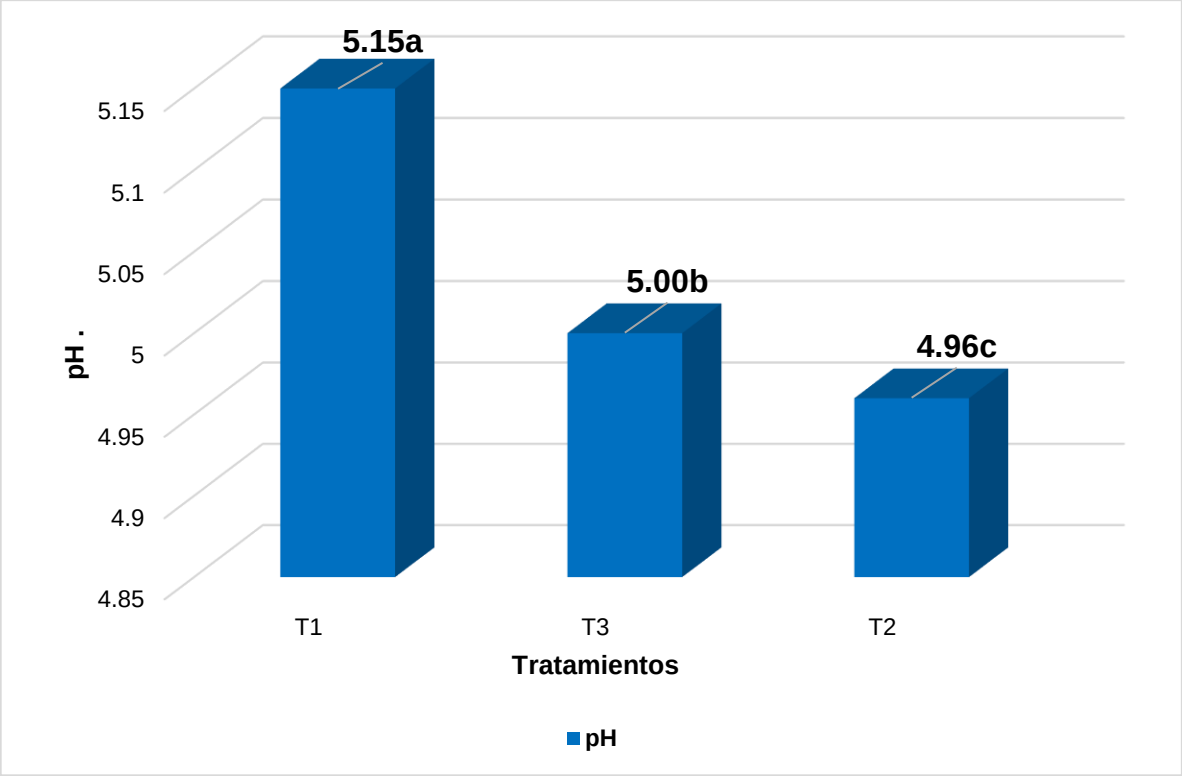


Figura 21: Fluctuación del pH de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.

4.8 CONTENIDO DE ACIDEZ DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN

Los datos relacionados al análisis de varianza de acidez de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón en la **Tabla 20A**, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.010 lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.7493, esto nos indica que el 74.93% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 25.07% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 11: Variación del contenido de acidez en porcentaje de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón

Tratamientos	Repetición	Acidez en (%)	Significancia
T_3 (Guayaba 45% + Marañón 5%+ Chancaca 50%)	4	0.48	a
T_2 (Guayaba 40% + Marañón 10%+ Chancaca 50%)	4	0.48	a
T_1 (Guayaba 35% + Marañón 15% + Chancaca 50%)	4	0.45	b

T_1: Guayaba (35 %) + Nuez de Marañón (15 %) + Chancaca (50%)**; T_2:** Guayaba (40 %) + Nuez de Marañón (10 %) + Chancaca (50%) **y T_3:** Guayaba (45 %) + Nuez de Marañón (5 %) + Chancaca (50%)**.**

En la **Figura 22** se muestran los resultados de ceniza de los tratamientos en estudio, los que varían entre 0.45% y 0.48%. Estos valores son consistentes con los reportados por (Castro et.al 2019) , quienes encontraron un rango de acidez de 0.43% en una bebida isotónica con pulpa de mango en polvo a distintas concentraciones de sacarosa, asimismo son semejante a lo empleado por (Vela & Villacorta 2023), quien encontró una acidez de 0.35%, en una bebida hidratante a partir de huasaí, camu camu y agua de coco en diferentes porcentajes.

El T_3 y el T_2 con (0.48), presentan el mayor porcentaje de acidez, seguida por el T_1 (0.45).

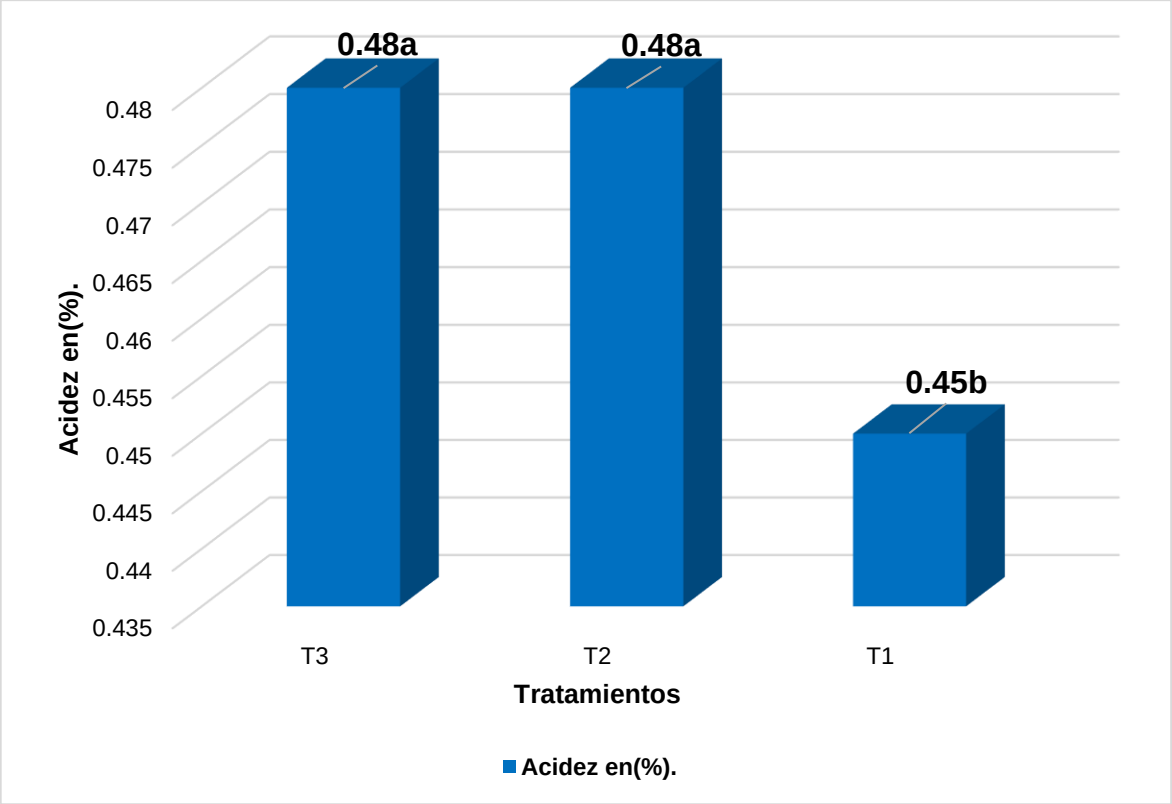


Figura 22: Fluctuación de la acidez de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.

4.9 CONTENIDO DE ANTOCININAS DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN

Los datos relacionados al análisis de varianza de antocianinas de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón en la **Tabla 21A**, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.031 lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.6949, esto nos indica que el 69.49% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 30.51% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 12: Variación del contenido de antocianinas en gramos por cien gramos de muestras de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.

Tratamientos	Repetición	Antocininas en (mg/100g)	Significancia
T_3 (Guayaba 45% + Marañón 5%+ Chancaca 50%)	4	0.84	A
T_2 (Guayaba 40% + Marañón 10%+ Chancaca 50%)	4	0.81	A
T_1 (Guayaba 45% + Marañón 5%+ Chancaca 50%)	4	0.74	B

T_1: Guayaba (35 %) + Nuez de Marañón (15 %) + Chancaca (50%)**; T_2:** Guayaba (40 %) + Nuez de Marañón (10 %) + Chancaca (50%) **y T_3:** Guayaba (45 %) + Nuez de Marañón (5 %) + Chancaca (50%)**.**

En la **Figura 23** se muestran los resultados de ceniza de los tratamientos en estudio, los que varían entre 0.74 mg/100g y 0.81 mg/100g. Estos valores son consistentes con los reportados por (Heredia 2014), quien encontró un contenido de antocianinas de 0.77 mg/100g en una bebida instantánea de huasaí.

El T_3 (0.84) presenta la menor media de contenido de antocianinas, seguido por T_2 (0.81) y T_1 (0.74).

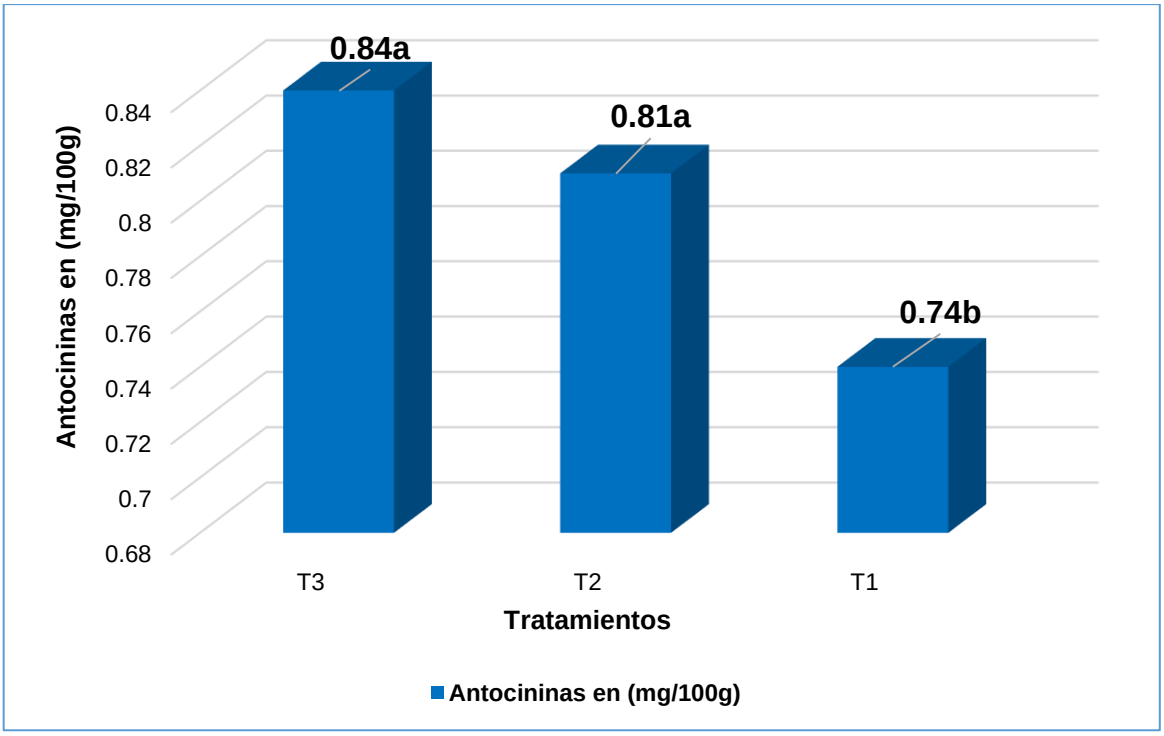


Figura 23: Fluctuación de las antocianinas de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.

4.10 CONTENIDO DE CAROTENOIDES TOTALES DE UNA BEBIDA INSTANTÁNEA DE PULPA MICROENCAPSULADA DE GUAYABA Y NUEZ DE MARAÑÓN

Los datos relacionados al análisis de varianza de carotenoides totales de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón en la **Tabla 22A**, donde se presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, presentando un coeficiente de variabilidad de 0.244 lo que nos indica una mayor concentración de los datos, es decir, que el índice de dispersión es adecuado para efectuar comparaciones entre las distintas muestras. Asimismo, el coeficiente de determinación R^2 = 0.9076, esto nos indica que el 90.76% de los valores de la variable es explicada como efecto de los tratamientos estudiados y el 9.24% se debe a otros factores que no se pudieron controlar en el presente estudio.

Tabla 13: Variación del contenido de carotenoides totales en microgramos por gramos de muestras de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.

Tratamientos	Repetición	Carotenoides totals en (µg /g)	Significancia
T_3 (Guayaba 45% + Marañón 5%+ Chancaca 50%)	4	21.34	A
T_2 (Guayaba 40% + Marañón 10%+ Chancaca 50%)	4	20.47	B
T_1 (Guayaba 45% + Marañón 5%+ Chancaca 50%)	4	19.72	C

T_1: Guayaba (35 %) + Nuez de Marañón (15 %) + Chancaca (50%)**; T_2:** Guayaba (40 %) + Nuez de Marañón (10 %) + Chancaca (50%) **y T_3:** Guayaba (45 %) + Nuez de Marañón (5 %) + Chancaca (50%)**.**

En la **Figura 24** se muestran los resultados de ceniza de los tratamientos en estudio, los que varían entre 21.34 µg /g y 19.72 µg /g. Estos valores son consistentes con los reportados por (Gonzáles 2010), quien encontró un contenido de carotenoides totales de 44.22 µg /g en guayaba roja, por medidas de absorbancia a 660 nm y 450 nm.

El T_3 (21.34) presenta la menor media de contenido de carotenoides totales, seguido por T_2 (20.47) y T_1 (19.72).

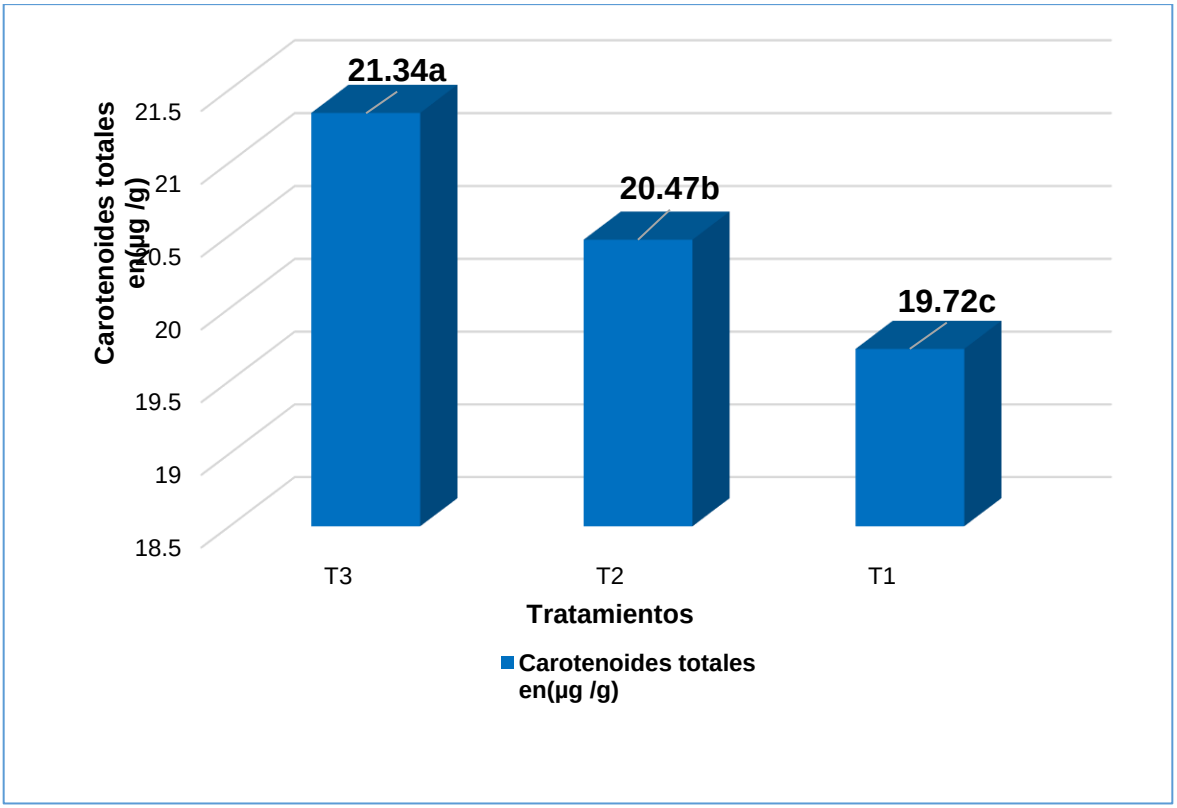


Figura 24: Fluctuación de los carotenoides totales de una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.

V. CONCLUSIONES

- Se pudo determinar que los tratamientos evaluados, T_1 (guayaba al 35% + 15% de marañón + chancaca al 50%), T_2 (guayaba al 35% + 15% de marañón + chancaca al 50%) y el T_3 (guayaba al 45% + marañón al 5% + chancaca al 50%), presentaron diferencias significativas en las características fisicoquímicas, contenido de antocianinas y carotenoides totales en una bebida instantánea de pulpa microencapsulada de guayaba y nuez de marañón.
- Se determino que, en los diferentes tratamientos evaluados para una bebida instantánea, T_2 (guayaba 40% + marañón 10%+ chancaca 50%) tiene menor humedad al 5% según la NTP 211.028, T_1 (guayaba 35% + marañón 15%+ chancaca 50%) sobresale en proteínas, carbohidratos y pH, además de un índice de acidez reducido según NTP 211.057, mientras que en el T_3 (guayaba 45% + marañón + chancaca 50%) muestra menor cenizas y grasa (NTP 211.028 y NTP 211.016)
- Los datos cuantitativos de los tratamientos en estudio revelaron que el T_3 (guayaba al 45% + marañón al 5% + chancaca al 50%) presenta una diferencia significativa en comparación con los demás, destacándose por el mayor porcentaje de antocianinas y carotenoides totales. Esto se debe a la mayor concentración de guayaba en su formulación.

VI. RECOMENDACIONES

- Dado que el tratamiento T_3 (guayaba al 45% + marañón al 5%+ chancaca 50%) presentó los mayores porcentajes de antocianinas y carotenoides totales, se recomienda utilizar esta formulación para futuro estudios para maximizar la retención de estos compuestos bioactivos en la bebida instantánea.
- Puesto a que en los tres tratamientos careció de fibras, se propone utilizar otro método por secado ya sea por frio o caliente.
- Puesto que el tratamiento T_1 (guayaba al 35% + marañón al 15%+ chancaca 50%) mostró los niveles más altos de proteínas, carbohidratos y un pH equilibrado con un índice de acidez reducido, se recomienda considerar esta fórmula para la producción de bebidas instantáneas enfocadas en la nutrición equilibrada.
- Realizar estudios de vida en anaquel, utilizando diferentes temperaturas de conservación para

VII. LITERATURAS CITADAS

Afaq, F., Syed, DN, Malik, A., Hadi, N., Sarfaraz, S., Kweon, MH., Mukhtar, H. 2007. Delphinidin, an anthocyanidin in pigmented fruits and vegetables, protects human HaCaT keratinocytes and mouse skin against UVB-mediated oxidative stress and apoptosis. Journal of Investigative Dermatology, 127(1), 222-232. Recuperado de: https://doi.org/10.1038/sj.jid.5700510

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. Methods of Analysis of the AOAC International. 3rd ed. Volumen II, Maryland USA.

AOAC (Official Method) 981.12. 2005. pH of acidified foods. Official Method of Analysis of AOAC International, ed 18, cap 37.

AOAC. 2000. OficialMétodo oficial 920.39: Grasa (total) en carne enlatada .Métodos Oficiales de Análisis de la AOAC Internacional (17.º).

AOAC. 2016. Método oficial 991.20: Proteína (cruda) en alimentos para animales. En DeMétodos oficiales de análisis de la AOAC Internacional (20.ª edición)

AOAC. 2016. Método oficial AOAC 985.29: Fibra dietética en alimentos . AO

AOAC. 2019. De Método oficial 923.03: Cenizas de piensos para animales. En Of Métodos Oficiales de Análisis de la AOAC Internacional (21º).

Arroyo T., B., & Castro B., A. J. 2023. Caracterización de la cáscara de la nuez de marañón como potencial refuerzo para la elaboración de materiales compuestos. Recuperado de: https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/7344

Artero, G. J. 2015. Elaboración de jugo funcional de guayaba (Psidium guajava L.) a partir de mermas y coproductos de la producción de guayaba en El Salvador (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2015.).

Ayala-Reyes, L. J. 2018. Elaboración de nectar hipocalorico con pulpa combinadas de Myrciaria dubia (Camu-camu) y Psidium guajaba (Guayaba).

Beltrán B., C., Sánchez P., R. E., Bravo A., M. S., & Fernández V., C. V. 2023. Valoración Antioxidante de una Bebida de Chocho y Granada (Lupinus Mutabilis, Punica Granatum) como Alternativa Nutricional para Geriátricos. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(4), 4725-4744. Recuperado de: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7311

Boanical-online. 2016.

Bonilla, S. P. G., Materón, C. L., & Gómez, A. Y. L. 2016. Disponibilidad proteica de una bebida instantánea a partir de harina de plátano (Musa paradisiaca L.) y guandúl (Cajanus cajan (L.) Millsp). Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales, 3(1), 76-82. Recuperado de: https://doi.org/10.23850/24220582.344

Britton, G., & Khachik, F. 2009. Carotenoids in food. In Carotenoids: Volume 5: Nutrition and Health, p. 45-66. Basel: Birkhäuser Basel.

Cama C., E. C. 2018. Evaluación físico-química y microbiológica de bebidas artesanales e industriales como base patrón para la formulación a nivel

experimental de bebidas concentradas. Recuperado de: http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8223

Casado, S. 2007. Las Frutas nuestro alimento ideal

Ccanto A., M. C. 2021. Evaluación fisicoquímica, capacidad antioxidante y polifenoles en la fruta y mermelada de guayaba (Psidium guajava L.) proveniente de Llacce–Acobamba-Huancavelica.

Choudhury, N., Meghwal, M., & Das, K. 2021. Microencapsulation: An overview on concepts, methods, properties and applications in foods. Food Frontiers, 2(4), 416-440.

Chulde O., J. Y. 2023. Extracción y microencapsulación de antocianinas a partir de rábano (Raphanus sativus) (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería Bioquímica).

Correa C., S., & Repizo Portela, J. C. 2021. Aceite de nuez de marañón y su extracción para el desarrollo de productos sostenibles de valor agregado. Recuperado de: http://hdl.handle.net/1992/55180

Costa L., G. A. 2022. Evaluación del efecto de diferentes métodos de cocción sobre el contenido de β-caroteno en zanahorias, folatos en espárragos y sus propiedades físicas. Recuperado de: https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/188465

Cubillos C., L. N., & Pava M., L. Y. 2021. Evaluación de la Extracción de Pigmentos Vegetales como la Antocianina a partir de diferentes frutos silvestres para uso alimenticio. Recuperado de: https://hdl.handle.net/20.500.11839/8305

Del Aguila T., F., & Chung N., J. E. 2024. Refresco instantáneo con pulpa microencapsulada a partir de Euterpe oleracea (huasai) y Myrciaria dubia (camu camu) con alto valor nutricional y capacidad antioxidante. Recuperado de: https://hdl.handle.net/20.500.12737/10072

Diaz Avila, A. D. L. A. 2023. Evaluación de propiedades funcionales a la pulpa microencapsulada de nuez de casho (Anacardium occidentale L.) secado a diferentes temperaturas de atomización y encapsulante en Ucayali.

Dumbrava, A., Georgescu, A., Damache, G., Badea, C., Enache, I., Oprea, C., & Gîrţu, M. A. 2008. Dye-sensitized solar cells based on nanocrystalline TiO2 and natural pigments. J. Optoelectron. Adv. Mater, 10(11), 2996-3002.

Encalada, L. F., 2021. Elaboración de una bebida instantánea a base de suero de leche, pulpa de tomate de árbol (Solanum betaceum) y harina de maíz, mediante secado por aspersión.

ERECHIM, U. 2022. Encapsulamento por liofilização de carotenoides produzidos por Sporidiobolus salmonicolor CBS 2636 (Doctoral dissertation, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões).

Escorcia, Y. M. C., Maria, P. C., De Moya, D. D. A., & Pérez, T. D. J. A. 2019. La Estandarización del proceso de elaboración de una bebida isotónica con adición de pulpa de mango de hilaza verde. Revista Colombiana de

Investigaciones Agroindustriales, 6(2), p.5. Recuperado de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8739301

Fernández, R., & Lizana, X. C. 2020. Antocianinas en Solanum tuberosum: Una revisión. Agro Sur, 48(2), 1–8. Recuperado de: https://doi.org/10.4206/agrosur.2020.v48n2-0

Friedman, M., & Brandon, DL. 2020. Análisis nutricional de alimentos y suplementos dietéticos . CRC.

González C., IA. 2010. Caracterización química del color de diferentes variedades de guayaba (Psidium guajava L.) colombiana (Tesis doctoral).

González, G, E., Padilla, R, J, S., Reyes, M, L., Esquivel, V, F., Robles, E. F. J., & Perales, C. M. A. 2000. Tecnología para producir guayaba en Calvillo, Aguascalientes. CIRNE-Campo Experimental Pabellón. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Pabellón. (Folleto para productores Núm. 28).

Helmenstine, A. 2021. Anthocyanins – Definition, Benefits, Sources. Science Notes. Recuperado de: https://sciencenotes.org/anthocyanins-definition-benefits-sources/

Heredia R, C. 2014. Evaluación de la calidad nutricional y sensorial en tres formulaciones para obtener bebida nutracéutica a partir de huasaí (euterpe oleracea mart). Recuperado de: https://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/67

Hernández M, G, L., & Radahelly A, C, R. 2023. Estudio del ají limo (Capsicum chinense Jacq.) en estado maduro para la determinación de sus componentes de calidad expresado en índice de carotenoides utilizando imágenes hiperespectrales.

Howard, L, A., Wong, A. D., Perry, A. K., & Klein, B. P. 1999. β-Carotene and ascorbic acid retention in fresh and processed vegetables. Journal of Food Science, 64(5), 929-936.

Iosub, I., Kajzar, F., Makowska-Janusik, M., Meghea, A., Geana, I., & Rau, I. 2014. Electronic structure, optical and electrochemical properties of malvidin molecule extracted from grapes. Display Imaging, 1, 175-193.

Iwamoto, M., Imai, K., Ohta, H., Shirouchi, B., & Sato, M. 2012. Supplementation of highly concentrated β-cryptoxanthin in a satsuma mandarin beverage improves adipocytokine profiles in obese Japanese women. Lipids in Health and Disease, 11, p.1-4. Recuperado de: https://www.researchgate.net/figure/The-chemical-structure-of-b-cryptoxanthin_fig1_224956887

Jafari, S., Jafari, SM, Ebrahimi, M., Kijpatanasilp, I. y Assatarakul, K. 2023. Panorama de una década y perspectivas de encapsulación mediante secado por aspersión de bioactivos de productos de frutas: caracterización, aplicación en alimentos y digestión gastrointestinal in vitro. Hidrocoloides alimentarios , 134 , 108068.

Kraak, VI, Consavage S, K., Harrigan, PB y Zhou, M. 2022. ¿Cómo se han utilizado las campañas mediáticas para promover y desalentar las bebidas saludables y no saludables en los Estados Unidos? Una revisión sistemática para informar futuras investigaciones con el fin de reducir los riesgos para la salud de las bebidas azucaradas. Obesity Reviews , 23 (5), e13425. Recuperado de: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/obr.13425

Leal, V, S. 2022. Manejo integrado de la mosca Anastrepha striata, Schiner 1868 en la fruta de guayaba (Psidium guajava L) (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022).

Lino C, E, J. 2012. Influencia de encapsulantes: goma arábica y maltodextrina en los fitoquímicos de la cocona (Solanum sessilliflorum Dunal) ecotipo T-2 liofilizado.

López, F., Méndez, J, R, B., Sandoval, L, R., Moya, H., Mainardi, D., Quiroga, A. G., & Leon-Pulido, J. 2023. Estudio Termoquímico Asistido por Computadora de los Polifenoles presentes en la Fresa. Revista Ing-Nova, 2(2), 120-131.

MINAGRINA, & DGESEP. 2019.

Moreyra C, C, F. 2023. Evaluación del comportamiento reológico, estabilidad y color de suspensiones de un hidrocoloide atomizado de Nostoc Sphaericum.

Morillas-Ruiz, J, M., & Delgado-Alarcón, J, M. 2012. Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales. Nutr. clín. diet. hosp, 32(2), p.8-20.

Naddaf, L., Avalo, B., & Oliveros, M. 2012. Secado por aspersión de jugo natural de naranja utilizando los encapsulantes maltodextrina y goma arábiga. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia, 35(1), 020-027.

Novoa C., A., & Pinedo M., A. 2016. Evaluación de antioxidantes a partir de las hojas, flores y tallos de la especie Lippia dulcis Trev. (Menta dulce). Recuperado de: http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/4110

Orduz-Rodríguez, J, O., & Rodríguez-Polanco, E. 2022. El marañón (Anacardium occidentale L.) un cultivo con potencial productivo: desarrollo tecnológico y perspectivas en Colombia. Agronomía Mesoamericana, 32(2), 47268-47268. Recuperado de: https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/index

Pajaro C, E, J. 2017. Evaluación de las propiedades fisicoquímica, bromatológicas y antioxidantes de pulpa de mango microencapsulada por el método secado por aspersión.

Piñeros C, N, H., & Cusva G, C, A. 2020. Microencapsulación de aceite de oliva y evaluación de la microencapsulación de aceite de eucalipto citriodora por el método de secado por atomización (Apray-Drying).

Puga M, Y, M. 2023. Manejo agronómico del cultivo de marañón (Anacardium occidentale) (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2023).

Ramírez-Méndez, R., De Moreno, L, A., Acosta, K., Yamarte, M., & Sandoval, L. 2012. Efecto del escaldado sobre la calidad nutricional de pulpa de Guanábana (Annona muricata L.). Revista Iberoamericana de Tecnología

Postcosecha, 13(1), 48-57. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/813/81324433007.pdf

Raza Q, R, C. 2023. Caracterización fitoquímica, determinación de polifenoles totales, antocianinas, flavonoides y capacidad antioxidante en extractos de corteza de mururé (Brosimum acutifolium Huber).

Reyna C, J. 2019. Evaluación de las concentraciones del aguaymanto (Physalis peruviana) y stevia (Stevia rebaudiana) liofilizada en la aceptabilidad de una bebida instantánea.

Reyna, E. N., Álvarez, G. M., Iliná, A., & Hernández, J. L. M. 2015. Microencapsulación de componentes bioactivos. Investigación y Ciencia, 23(66), 64-70.

Rico, R., Bulló, M., & Salas-Salvadó, J. 2015. Nutritional composition of raw fresh cashew (Anacardium occidentale L.) kernels from different origin. Food science & nutrition, 4(2), 329–338. Recuperado de: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27004123/

Rios-Aguirre, S., & Gil-Garzón, M. A. 2021. Microencapsulación por secado por aspersión de compuestos bioactivos en diversas matrices: una revisión. TecnoLógicas, 24(51), 206-229. Recuperado de: https://doi.org/10.22430/22565337.1836

Rios-Aguirre, S., & Gil-Garzón, M. A. 2021. Microencapsulation of Bioactive Compounds in Diverse Matrices by Spray Drying: A Literature Review. TecnoLógicas, 24(51), 206-229.

Rodallega, M. A. C. 2019. Determinación del comportamiento agronómico de tres variedades de guayaba, peruana psidium cattleianum, pera psidium guajava cv y feijoa acca sellowiana. En el banco de germoplasma de la fundación universitaria de popayán sede los robles.

Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Cappellini, F., Reiner, Ž., Zorzan, D., Imran, M., Maroyi, A. 2020. The therapeutic potential of anthocyanins: current approaches based on their molecular mechanism of action. Frontiers in Pharmacology, 11, 1300.

Santos M, S, S. 2023. Cambios en las propiedades fisicoquímicas y del sistema antioxidante durante el desarrollo de los frutos de passiflora tarminiana.

Usedo V, P. 2010. Elaboración de una bebida instantánea a base de cañihua (Chenopodium pallidicaule Aellen) con maca (Lepidium meyenii Walp) extruida.

Vela R, A. Y., & Villacorta V, E. M. 2023. Obtención de bebida hidratante a partir de acai Euterpe oleracea camu camu Myrciaria dubia y agua de coco cocos nucifera.

Xóchitl, F, R, R., Garcia L, I., Hernández M, J., Morales B, J., & Quiroz V, J, D, C. 2022. Antocianinas, propiedades funcionales y potenciales aplicaciones terapéuticas. Revista Boliviana de Química, 39(5), 1-9. Recuperado de: https://www.redalyc.org/journal/4263/426374726001/html/

VIII. ANEXO

ANEXO 1:

ANÁLISIS DE VARIANZA EN DCA Y PRUEBA DE COMPARACIONES MULTIPLES POR TUKEY A UN NIVEL DE SIGNIFICANCIA α = 0.05.

Tabla 14A: ANVA en DCA para humedad

Fuente	g.l	SC	CM	F calculada	p valor
Tratamientos	2	0.040417	0.20208	93.27	0.000
Error	9	0.00195	0.000217		
Total	11	0.042367			

R^2 = 95.40; C.V. = 0.015

Tabla 15A: ANVA en DCA para proteína

Fuente	g.l	SC	CM	F calculada	p valor
Tratamientos	2	0.707267	0.353633	3857.82	0.000
Error	9	0.000825	0.000092		
Total	11	0.708092			

R^2 = 99.88; C.V. = 0.010

Tabla 16A: ANVA en DCA para carbohidratos

Fuente	g.l	SC	CM	F calculada	p valor
Tratamientos	2	2.45307	1.22653	2044.22	0.000
Error	9	0.0054	0.0006		
Total	11	2.45847			

R^2 = 99.78; C.V. = 0.024

Tabla 17A: ANVA en DCA para ceniza

Fuente	g.l	SC	CM	F calculada	p valor
Tratamientos	2	0.284517	0.142258	2327.86	0.000
Error	9	0.00055	0.000061		
Total	11	0.285067			

R^2 = 99.81; C.V. = 0.008

Tabla 18A: ANVA en DCA para grasa

Fuente	g.l	SC	CM	F calculada	p valor
Tratamientos	2	0.160867	0.080433	508.00	0.000
Error	9	0.001425	0.000158		
Total	11	0.162292			

R^2 = 99.12; C.V. = 0.013

Tabla 19A: ANVA en DCA para pH

Fuente	g.l	SC	CM	F calculada	p valor
Tratamientos	2	0.08255	0.041275	4953	0.000
Error	9	0.000075	0.000008		
Total	11	0.082625			

R^2 = 99.91; C.V. = 0.003

Tabla 20A: ANVA en DCA para acidez

Fuente	g.l	SC	CM	F calculada	p valor
Tratamientos	2	0.002317	0.0001158	13.45	0.002
Error	9	0.000775	0.000086		
Total	11	0.003092			

R^2 = 74.93; C.V. = 0.010

Tabla 21A: ANVA en DCA para antocianinas

Fuente	g.l	SC	CM	F calculada	p valor
Tratamientos	2	0.020227	0.010114	10.25	**0.005**
Error	9	0.008882	0.000987		
Total	11	0.029109			

R^2 = 69.49; C.V. = 0.031

Tabla 22A: ANVA en DCA para carotenoides totales

Fuente	g.l	SC	CM	F calculada	p valor
Tratamientos	2	5.2681	2.63406	44.22	**0.000**
Error	9	0.5362	0.05957		
Total	11	5.8043			

R^2 = 90.76; C.V. = 0.244

ANEXO 2:

METODOLOGÍA PARA LOS ANALISIS FISICOQUÍMICA

Determinación de fibras (Método de la referencia técnica 920.39.): Según AOAC. (2016)

- En un erlenmeyer de 1 lt se añadió 2 g de muestra y 200 ml de ácido sulfúrico al 1.25% calentada hasta ebullición., Seguidamente se añadió perlas de vidrio y se pasó a hervir durante 30 minutos en el condensador de reflujo, moviéndolo constantemente para que se homogenice.

  Se filtró con un embudo con papel filtro, se pasó arrastrar por lavado hasta el matraz original, donde se utilizó 200ml de hidróxido de sodio al 1.25% y se calentó hasta ebullición durante 20 minutos.

  Se pasó todo el material soluble a un crisol con agua hervida donde se lavó constantemente, ácido clorhídrico al 1% y al final con agua hervida hasta librear el ácido, se lavó con etanol dos veces y con acetona tres veces.

  Se llevó a 100°C, hasta que el peso no varié y seguido se llevó a una mufla a 550°C hasta una hora y finalmente, el crisol se llevó al desecador y se pesó para sacar el porcentaje de fibra.

$$\% \, fibra = \frac{\mathrm{P2-P3}}{\mathrm{PM}} x \, 100$$

Donde:

P2 = Peso de la materia insoluble.

P3 = peso de las cenizas.

PM = peso de la muestra.

Determinación de la humedad (Método de la referencia técnica 31.005):

Según AOAC. (2005)

- Se pesó la placa y fue llevado al desecador, seguidamente se pesó 5gr de la mezcla fue llevado a la estufa a 105 °C, por 5 horas hasta tener un peso constante. Finalmente, la placa se enfría en un desecador y se pesó para calcular la humedad.

$$\%\ Humedad = \frac{P2 - P1}{M} x\ 100$$

Donde:

P1 = Peso placa con muestra seca.

P2 = Peso de la placa con la muestra húmeda.

M = Peso de la muestra.

100 = Factores de conversión a porcentaje.

Determinación de carbohidratos (Método por diferencia de porcentaje):

Según Friedman & Brandon (2020)

- El carbohidrato se determinó mediante la diferencia de porcentaje

$$\%\ \text{Carbohidratos} = 100 - (\%H + \%C + \%G + \%P)$$

Donde:

%H = Porcentaje de Humedad.

%C = Porcentaje de Ceniza.

% G = Porcentaje de Grasa.

%P = Porcentaje de Proteína.

Determinación de ceniza (Método 923.03): Según AOAC (2019)

- Se llevo el crisol limpio en la estufa a 100°C hasta 30 minutos y seguido se puso en el desecador hasta enfriarse. Seguidamente se pesó 2 gramos de cada tratamiento y se colocaron en el crisol, se llevó la muestra a la mufla a 550°C por 3 horas.

Una vez cumplido el tiempo de incineración se retira y se llevó a una mufla a 100°C, se dejó enfriar en un desecar y se pesó.

$$\%Ceniza = \frac{\mathrm{W} - \mathrm{W0}}{\mathrm{S}} x100$$

Donde:

W0 = peso del crisol vacío (g)

W = peso del crisol con cenizas (g)

S = peso de la muestra (g)

Determinación de grasa (Método 960.39,): Según AOAC (2000)

- Se realizó el peso del balón limpio y seco; posteriormente se pesó 5gr de cada tratamiento para armarlo en cartucho.

  Se colocó el cartucho en el centro del extractor soxhlet, donde se agregó éter hasta que comenzara descender a través de un sifón del equipo hacia el balón . luego se conectó a una cocina eléctrica a 100°C durante 4 horas.

  Una vez que se el éter se evaporo, el balón se llevó a la estufa y seguidamente se dejó enfriar en un desecador. Para finalizar se pesó.

$$\%\ Grasa = \frac{\mathrm{B1-B2}}{\mathrm{PM}} x100$$

Donde:

B1 =Balón más muestra grasa.

B2 =Balón vacío.

PM = Peso de la muestra.

Determinación de proteína (Método 991.20): Según AOAC (2016)

a. Primera etapa: Digestión.

- Se pesó 0.2 g de muestra y se adicionó el catalizador (1.5g de K2S04 +

0.005g de CuSO4(H2O), se llevó al balón de Kjeldahl y se agrego 3.5ml de H2SO4 concentrado.

Se calentó el balón suavemente hasta que baje la formación de espuma.

Se digirió por ebullición hasta que el contenido del balón donde pasó de un color ligeramente azul-verdoso, se mantuvo durante por 45 min hasta que el balón estuvo completamente transparente.

b. Segunda etapa: Destilación.

- Se dejó enfriar la muestra transparente. Se pasó adicionar 50ml de agua destilada y se llevó a destilar, donde se añadió 15ml de NaOH al 50%.

  Se colocó en un Erlenmeyer 50ml de solución de H3BO3 más 03 gotas de solución indicadora. Donde se introdujo la salida de vapor del destilador en la solución de H3BO3, contenido en el Erlenmeyer para que no se liberé el destilado que se produjo. Se destilo hasta obtener 40 ml de destilado.

  Finalmente se titular con HCl a 0.1 N el destilado obtenido y se anotó el gasto.

$$\%N2\,\frac{\mathrm{VxNxFactorN2}}{\mathrm{PM}}X100$$

Donde:

V = Gasto de titulación ácido sulfúrico.

N = Normalidad del ácido sulfúrico.

PM = Peso de la muestra

Factor N_2 = 0.014

% Proteína = % N2x Factor de proteína

Factor de proteína = 6.25

Determinación de pH (Método de Potenciómetro): Según AOAC (2005)

- En un matraz de 150 ml se agregó 50ml de agua destilada más 5g de

muestra, se homogenizó.

El potenciómetro 5 min antes se prendió para la calibración, así verificando precisión con soluciones de pH 4 y 7, ajustando temperatura. Se introdujo el electrodo dentro de la solución poniendo en contacto al electrodo. Se tomó la lectura y finalmente se utilizó para la lectura en tres puntos diferentes del mismo vaso precipitado y se tomó un promedio de las tres mediciones.

Determinación de acidez Titulable (Método Titulométro): Según AOAC (2005)

- Pesamos 10 g de muestra y diluimos con aproximadamente 250 de agua destilada, se agregó 0.3 mL de fenolftaleína por cada 100 mL de solución a ser titulada.

  Se finalizó con la titulamos con NaOH al 0.1N hasta coloración rosada persistente.

$$\%\ gasto\ del\ ácido = \frac{\text{V x 0.07 x Nx}}{\text{PM}} x100\%$$

Donde:

V = mL de solución de hidróxido de sodio.

N = normalidad exacta de álcali.

PM= peso de muestra

ANEXO 3:

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Determinación de antocianinas (Método de pH-Diferencial); Según Sotero & García (2009)

Se preparó dos diluciones de las muestras, una con el Buffer de cloruro de potasio pH 1 y otra con el Buffer de acetato de sodio pH 4.5, donde se llevó a un volumen de 3 ml, se equilibró en 15 minutos y se realizó un barrido en el espectrofotómetro de 400 a λ = 700 nm, donde se esperó una absorbancia de la muestra entre 0.1 y 1.2 y se utilizó como blanco agua destilada.

Se obtuvo la concentración de antocianina por diferencia de pH.

$$\mathbf{A = (A_{\lambda\ vis\text{-}máx.} - A_{\lambda\ 700})_{pH\ 1} - (A_{\lambda\ vis\text{-}máx.} - A_{\lambda\ 700})_{pH\ 4.5}}$$

Se obtuvo la concentración de antocianinas mediante la siguiente formula.

Antocianina monomérica **(mg/ 100 g) = (A * PM * FD * 1000) / (ε * L)**

Dónde:

A = absorbancia

PM = Peso molecular, 449.2 g/mol

FD = Factor de dilución

ε = Coeficiente de extinción molar, 26900 g/mol*cm

L = Longitud de la celda.

Determinación de carotenoides total (Método espectrofotométrico): Según Howard et al. (1999)

se determinó mediante la extracción de carotenoides, primero se preparó una pasta pura. Luego, se homogeneizaron 2 g de muestra en una licuadora con 20 ml de una solución de etanol y acetona (1:1), que contenía 200 mg/l de BHT. Las muestras se extrajeron en oscuridad, se filtraron a través de un papel Whatman N°4 y se lavaron con etanol hasta que quedo decolorado.

Lo filtrado se pasó a una fiola de 150 ml y se enrasará con solvente. mezcla, se agitó vigorosamente y se dejó reposar la solución durante 30 minutos para permitir la separación. Posteriormente, se agregaron 20 ml de agua destilada y se dejaron reposar hasta lograr una separación completa de fases. Se tomó una alícuota de la solución de carotenoides que se encontraba en la capa superior (fase de hexano) y se colocó en una cubeta de vidrio. Esta cubeta se llevó al espectrofotómetro para realizar lecturas a 664 nm, 649 nm y 470 nm. La concentración de carotenoides totales se calculó utilizando una curva estándar. La intensidad del color obtenida fue directamente proporcional a la cantidad de pigmento presente. Se contenido de carotenoides totales se expresó ug/g.

$$Concentración\ de\ Carotenoides = (\mathbf{A\ x\ V})/(\boldsymbol{\epsilon}\ \mathbf{x\ L\ x\ W})$$

Donde:

A = Absorbancia medida a la longitud de onda específica (generalmente 450 nm para carotenoides).

V = Volumen total del extracto de muestra (litros).

ϵ = Coeficiente de extinción molar, 2500 $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$ para β-caroteno).

l = Longitud del camino óptico de la celda (cm).

W= Masa de la muestra (g).

$$Carotenoides\ Totales = (\mathbf{A\ x\ FD})/(\mathbf{L\ x\ CE})$$

Donde:

A = Absorbancia medida a la longitud de onda específica

FD= Factor de dilución

L= Longitud del camino óptico

CE= Coeficiente de extinción

ANEXO 4

FOTOGRAFIAS TOMADAS EN LA INVESTIGACIÓN



Figura 25A: Formulación de los tres tratamientos



Figura 26A: Determinación de fibra en porcentaje, primera digestión y segunda digestión.



Figura 27A: Determinación de humedad en porcentaje, secado de la placa y la muestra.



Figura 28A: Determinación de ceniza por porcentaje, incinerado a 550°C por 3 horas y se enfría en un desecador.



Figura 29A: Determinación de grasa en porcentaje, extractor por psoxhlet y enfriado en un desecador.

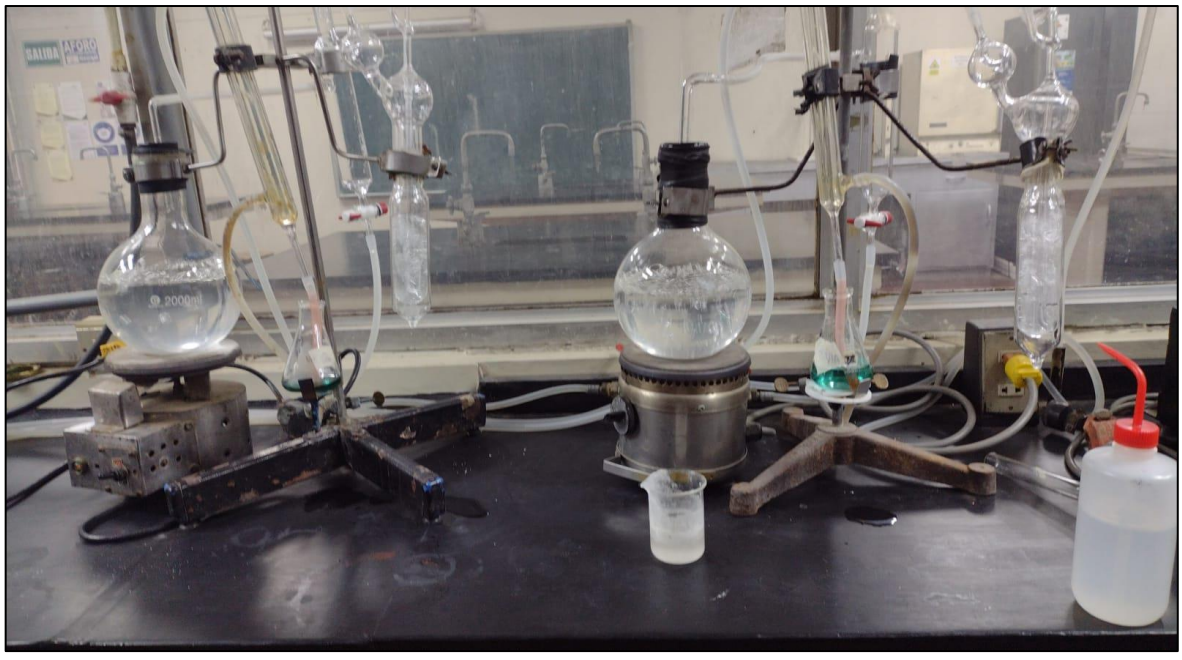


Figura 30A: Determinación de proteína en porcentaje, digestión y destilación.



Figura 31A: Determinación del pH, calibración y medición con el potenciómetro.



Figura 32A: Determinación de acidez titulable, adición de fenolftaleína y NaOH.



Figura 33A: Determinación del contenido de Antocianina de miligramos por cada 100 gramos, medición de la mezcla y homogenización.

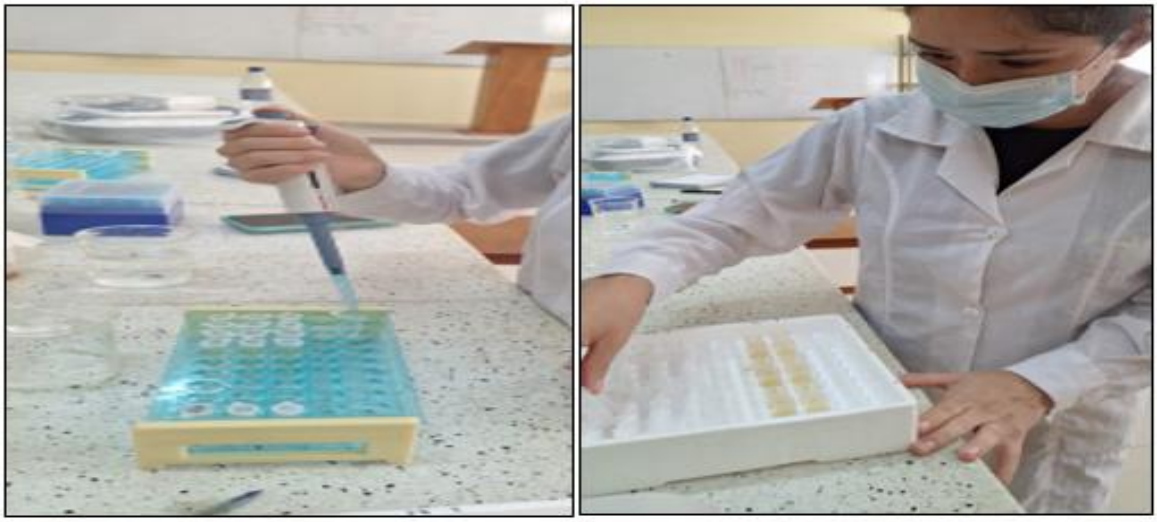


Figura 34A: Determinación del contenido de Carotenoides totales de migra gramos por cada 100 gramos) y medición de absorbancia.