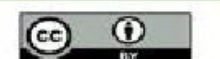




Esta obra está bajo una Licencia
Creative Commons Atribución -
4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Vea una copia de esta licencia en
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PARA TESIS A
NIVEL DE PREGRADO 2017



**Estudio del secado de pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) por el método
de liofilización**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial

AUTOR:

Roder Williams Torres Loja

ASESOR:

Ing. Dr. Mari Luz Medina Vivanco

Tarapoto – Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PARA TESIS A
NIVEL DE PREGRADO 2017



Estudio del secado de pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) por el método de liofilización

AUTOR:

Roder Williams Torres Loja

Sustentada y aprobado el 22 de diciembre de 2022, por los siguientes jurados:

.....
Ing. Dr. Abner Félix Obregón Lujerio
Presidente

.....
Ing. M. Sc. Epifanio Efraín Martínez Mena
Secretario

.....
Ing. M. Sc. Arbel Dávila Rivera
Miembro

.....
Ing. Dr. Mari Luz Medina Vivanco
Asesora



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN CONDUCENTES A
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

Jurado reconocido con Resolución N° 029-2017-UNSM/FIAI-D-NLU

A las 11:10 horas del día jueves 22 de diciembre del 2022, en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias- Ciudad Universitaria, inició al acto público de sustentación del trabajo de tesis "SECADO DE PULPA DE MARACUYA (*Passiflora edulis*) POR EL MÉTODO DE LIOFILIZACIÓN" para optar al título profesional de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL**, presentado por Bach. RODER WILLIAMS TORRES LOJA

Instalada la Mesa Directiva conformada por Ing. Dr. **Abner Félix Obregón Lujerio** (presidente del jurado), Ing. M.Sc. **Epifanio Efraim Martínez Mena** (secretario), Ing. Mtro. **Arbel Dávila Rivera** (miembro), y acompañados por Ing. Dra. **Mari Luz Medina Vivanco** (asesor); el presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Resolución N° 029-2017-UNSM/FIAI-D-NLU

Seguidamente el autor expuso el trabajo de investigación y el jurado evaluador realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas, el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue QUINCE (15)

De acuerdo con el Artículo 40° del RG-CTI, la nota obtenida es APROBATORIA y correspondiente a la calificación de BUENO. Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendario.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 12:25 horas, el mismo día de jueves 22 de diciembre de 2022.....

Ing. Dr. Abner Félix Obregón Lujerio
Presidente

Ing. Dra. Mari Luz Medina Vivanco
Asesor

Ing. MSc. Epifanio Efraim Martínez Mena

Ing. Mtro. Arbel Dávila Rivera

Bach. Roder Williams Torres Loja
Autor

Declaratoria de autenticidad

Roder Williams Torres Loja, con DNI N°74122568, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Estudio del secado de pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) por el método de liofilización.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 22 de diciembre de 2022.



Roder Williams Torres Loja
DNI N°74122568

Dedicatoria

Dedico este trabajo a los forjadores del gran hogar donde crecí: mí amada familia. A mi ejemplar y extraordinaria madre Gregoria Loja Zuta y Laurencio Torres Valles, a mis queridas hermanos Erick Jarol y Laurencio Rabi, a mis adorados abuelos Felipe y Gloriosa cuyas virtudes y lecciones de vida me llevan a admirarlos cada vez más.

Agradecimiento

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi amada madre, Gregoria Loja Zuta, por su amor incondicional, su fortaleza y su apoyo inquebrantable. Ella me ha enseñado a valorar la vida, a encontrar lo positivo en la adversidad y a perseverar en la búsqueda de mis metas. Su incansable dedicación por sacar adelante a nuestra familia es admirable. Sus buenas obras y su generosidad son un verdadero ejemplo a seguir. Estoy profundamente agradecido por todo lo que ha hecho por mí y siempre la enalteceré por ser una madre excepcional.

Agradezco de todo corazón a mis increíbles hermanos, Erick y Laurencio Rabi, por ser mis pilares de alegría, compañía y apoyo incondicional en la vida.

Expreso mi profundo agradecimiento a mis entrañables abuelos, Gloriosa y Felipe, quienes dejaron una huella imborrable en mi ser y me mostraron el verdadero significado de la felicidad. Cada consejo que me dieron sigue siendo valioso en mi vida diaria. Les agradezco de corazón por sus enseñanzas y por convertirse en seres inolvidables en mi camino.

A mi ilustre asesora de tesis, Ing. Dr. Mari Luz Medina Vivanco, quien además de ser una destacada profesional, fue mi guía durante el desarrollo de esta tesis en la Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Su creencia en este proyecto y su apoyo constante me animaron a culminar esta investigación con éxito. Estoy verdaderamente agradecido por su compromiso y aliento a lo largo de todo el proceso.

Al Ing. Richer Garay Montes por su apoyo y dedicación en el Laboratorio de Investigación durante mis experimentos.

Índice general

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Índice general.....	viii
Índice tablas.....	x
Índice de figuras.....	xi
Glosario de términos.....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1. El Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>).....	3
1.1.1. Origen y distribución geográfica.....	3
1.1.2. Clasificación taxonómica.....	3
1.1.3. Composición nutricional.....	3
1.1.4. Micronutrientes.....	5
1.2. Polifenoles.....	6
1.2.1. Estabilidad de los polifenoles.....	7
1.2.2. Pérdida de polifenoles.....	7
1.3. Ácido Ascórbico.....	8
1.3.1. Estabilidad de la vitamina C.....	9
1.3.2. Pérdida de vitamina C.....	9
1.4. Encapsulantes.....	10
1.4.1 La pectina.....	10
1.4.2 Goma arábica.....	11
1.4.3 Almidón de arroz.....	11
1.5. Liofilización.....	12
1.5.1. Etapas en el secado por liofilización.....	12
1.5.2. Solubilidad al agua.....	15
CAPÍTULO II.....	16
MATERIAL Y MÉTODOS.....	16
2.1. Lugar de Ejecución.....	16
2.2. Materia Prima.....	16
2.3. Diseño Experimental.....	16

2.4. Material y Métodos	18
2.4.1. Material.	18
2.4.2. Metodología experimental.	20
CAPÍTULO III.....	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
3.1. Caracterización del fruto de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>)	33
3.1.1. Análisis físico del fruto del maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>)	33
3.1.2. Análisis químico del fruto del maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>)	33
3.1.3. Análisis químico proximal del jugo fresco de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>).....	34
3.1.4. Variación del color durante la liofilización.	35
3.1.5. Análisis sensorial del producto liofilizado.....	36
3.2. Solubilidad de la pulpa liofilizada de maracuyá	38
3.3. Influencia de la concentración de tres aglomerantes en el contenido de vitamina C y Polifenoles del polvo deshidratado de maracuyá obtenido por liofilización	40
3.4. Influencia de la concentración de tres encapsulantes en la cinética de secado, por liofilización de jugo de maracuyá	45
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS	59

Índice tablas

Tabla 1 Descripción taxonómica del maracuyá.	3
Tabla 2 Composición química del jugo de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> , f, <i>flavicarpa</i>)	4
Tabla 3 Composición química de los frutos de maracuyá	4
Tabla 4 Composición de micronutrientes (100g jugo de maracuyá).	5
Tabla 5 Determinación de fenoles totales (FT) en diferentes frutas	6
Tabla 6 Concentraciones de vitamina c en maracuyá	8
Tabla 7 El factor (a) tipo de aglomerantes con tres niveles	17
Tabla 8 Tipo de aglomerante con tres niveles	17
Tabla 9 Tratamientos experimentales (por triplicado).	18
Tabla 10 Absorbancia del estándar de ácido gálico a 760 nm.	26
Tabla 11 Absorbancia del estándar de ácido ascórbico a 515 nm.	27
Tabla 12 Variables cuantitativas medidas en la caracterización de frutos de maracuyá.	33
Tabla 13 Análisis físico químico de la pulpa de maracuyá.....	34
Tabla 14 Análisis proximal del jugo de maracuyá	34
Tabla 15 Variación del color durante la liofilización de la pulpa fresca y liofilizada en los diferentes tratamientos.....	36
Tabla 16 Solubilidad del agua del producto final de la pulpa liofilizada de maracuyá.....	40
Tabla 17 Variación de los fenoles totales y ácido ascórbico antes y después del liofilizado de la pulpa de maracuyá.....	41
Tabla 18 Influencia del tipo de aglomerante en los contenidos de fenoles totales y ácido ascórbico antes y después del liofilizado.....	41
Tabla 19 Humedad antes y después del liofilizado de la pulpa de maracuyá.	42
Tabla 20 Valores de la Humedad y Velocidad crítica	49
Tabla 21 Valores de k y n, obtenidos de la velocidad de secado utilizando la ecuación de Page.....	50

Índice de figuras

Figura 1. Estructura química del L-ácido ascórbico	9
Figura 2. Oxidación de ácido L-ascórbico a ácido deshidroascórbico	10
Figura 3. Modelo “caja de huevos”	11
Figura 4. Estructura de la goma arábica	11
Figura 5. Segmento de la estructura de la amilosa (Wurzburg, 1986)	12
Figura 6. Diagrama de fases del agua en el que se muestra el fenómeno de la sublimación del hielo	13
Figura 7. Transferencia de calor y de vapor durante la liofilización	14
Figura 8. Etapas del proceso de liofilización	14
Figura 9. Campo de producción de maracuya fundo Miramar.	16
Figura 10. Diagrama de flujo para la obtención del liofilizado de pulpa de maracuyá (Pasiflora edulis).	20
Figura 11. Fichas utilizadas para la evaluación sensorial	25
Figura 12. Curva de calibración del ácido gálico	26
Figura 13. Lectura de la absorbancia a 760 nm	27
Figura 14. Curva de calibración del ácido ascórbico.	28
Figura 15. Diagrama de flujo para la cuantificación de fenoles totales a partir de la pulpa fresca de maracuyá	29
Figura 16. Diagrama de flujo para la determinación de fenoles totales en pulpa liofilizada de maracuyá.....	31
Figura 17. Respuesta a la interacción de la concentración y tipo de aglomerante en el sabor de la pulpa liofilizada de maracuyá.....	37
Figura 18. Respuesta a la interacción de la concentración y tipo de aglomerante en el color de la pulpa liofilizada de maracuyá.....	38
Figura 19. Variación de la solubilidad de la pulpa liofilizada del maracuyá	39
Figura 20. Concentración de fenoles totales antes del liofilizado	43
Figura 21. Concentración de fenoles totales después del liofilizado	43
Figura 22. Concentración de ácido ascórbico antes del liofilizado de la pulpa de maracuyá.....	44
Figura 23. Concentración de ácido ascórbico de la pulpa de maracuyá liofilizada.....	44
Figura 24. Cinética de pérdida de humedad en nueve tratamientos	46
Figura 26. Ajuste de la curva de secado para el almidón.....	47
de arroz	47
Figura 25. Ajuste de la curva de secado para la goma arábica	47
Figura 27. Ajuste de la curva de secado para la pectina	48

Glosario de términos

mgAA/ml: miligramos de ácido ascórbico/ mililitros de muestra fresca

mgAA/g: miligramos de ácido ascórbico/gramo de muestra liofilizada

mgAG/ml: miligramos de ácido gálico/ mililitros de muestra fresca

mgAG/g: miligramos de ácido gálico/gramo de muestra liofilizada

°Brix: solidos solubles

mbar: milibar

nm: longitud de onda en nanómetro

b.s.: base seca

SS: Solidos de cuadrados

Ph: Potencial de hidrogeno

CV: Coeficiente de variación

UI: unidad internacional

FT: Fenoles totales

ADA: ácido ascórbico ácido dehidroascórbico

G₁ : Goma arabica al 0,5% de concentración

A₁ : Almidón de arroz al 0,5 de concentración

P₁ : Pectina al 0,5% de concentración

ppm: Partes por millón

IC: Índice de color

uL: Microlitros

nm: Nanómetros

R: Velocidad de secado

rpm: revoluciones por minuto

ml: Mililitros

mg: Miligramos

mm: Milímetros

Resumen

La presente tesis “**Estudio del secado de pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) por el método de liofilización**” tuvo como objetivo general, obtener pulpa liofilizada de maracuyá conservando su calidad sensorial y nutracéutica. Así mismo tuvo como objetivos específicos; 1) Evaluar la influencia de la concentración de tres aglomerantes (0,25- 0,5- 0,75 % de pectina 0,5- 1,0- 1,5% de goma arábiga y almidón de arroz) en las propiedades físico-químicas, solubilidad y color del polvo deshidratado, 2) Evaluar la influencia de la concentración de tres aglomerantes en el contenido de vitamina C y polifenoles y 3) evaluar la influencia de la concentración de tres aglomerantes en la cinética de secado por liofilización de jugo de maracuyá. En la caracterización de la fruta maracuyá, se obtuvo un peso medio de 219 g, con diámetros, promedios, transversal y longitudinal de 79.89 y 85.39 mm, respectivamente. Al jugo de maracuyá fresco con humedad, 82.95 % (b.s.), 14.85 °Brix; pH de 2.73, contenido de ácido cítrico, 4.31 % (b.s.), índice de color de 7.85, se adicionó diferentes aglomerantes con diferentes concentraciones (0,5 - 1,5% de goma arábiga y almidón de arroz y 0,25 - 0,75 % de pectina). El jugo fue congelado a -25°C/14 horas en moldes de 1.0 cm de espesor y posteriormente fue secado en un liofilizador a 0.002 mBar durante 24 horas. La Cinética de secado fue determinada pesando las primeras 4 horas cada media hora y después cada hora hasta completar el tiempo establecido de 24 horas. Fueron determinados el contenido de fenoles totales por el método de Folin- Ciocalteu y ácido ascórbico, por el método espectrofotométrico reportado por Hung & Yen, antes y después del liofilizado. Los contenidos de fenoles totales y ácido ascórbico en la pulpa fresca fueron 59.985 ± 0.56 mg AG/100g y 27.821 ± 1.03 mg AA/100g y valores de 23.89 ± 4.24 mg AG/100g y 27.52 ± 0.52 mg AA/100g en pulpa liofilizada con adición de aglomerantes. La solubilidad del polvo deshidratado con adición de goma arábiga, almidón de arroz y pectina fueron, $67,60 \pm 0.26\%$; $36,81 \pm 0.14\%$ y $39.24 \pm 0.07\%$ respectivamente. El tipo y concentración de aglomerante influyeron significativamente ($P < 0.05$) en el contenido de fenoles totales, vitamina C, color y solubilidad, siendo la goma arábiga, el aglomerante que dio mejores resultados en el contenido de fenoles totales, color, solubilidad y la pectina conservó mejor la vitamina C. Los atributos de sabor y color se determinaron mediante evaluación sensorial con escala hedónica de 7 puntos y panelistas no entrenados. Sin embargo, mediante las gráficas superficie de respuesta, el tratamiento que conservó mejor los atributos de sabor y color fueron la goma arábiga al 1.5% y pectina al 1.0%, donde el sabor es independiente de la cantidad y tipo de aglomerante. Las curvas de cinética de secado indicaron que el aglomerante pectina al 0,75%, tuvo mayor pendiente y mayor velocidad de secado.

Palabras clave: Compuestos bioactivos, Liofilización, Fenoles totales, Vitamina C, Maracuyá, Aglomerantes

Abstract

The general objective of the thesis entitled "**Study of the drying of passion fruit (*Passiflora edulis*) pulp by the freeze-drying method**" was to obtain freeze-dried passion fruit pulp while preserving its sensory and nutraceutical quality. The specific objectives of the study were: 1) To evaluate the influence of the concentration of three binders (0.25- 0.5- 0.75 % pectin 0.5- 1.0- 1.5 % gum arabic and rice starch) on the physicochemical properties, solubility and color of the dehydrated powder; 2) to evaluate the influence of the concentration of three binders on the vitamin C and polyphenol content and 3) to evaluate the influence of the concentration of three binders on the kinetics of freeze-drying of passion fruit juice. In the characterization of the passion fruit, an average weight of 219 g was obtained, with average transverse and longitudinal diameters of 79.89 and 85.39 mm, respectively. Different binders with different concentrations (0.5 - 1.5% gum arabic and rice starch and 0.25 - 0.75 % pectin) were added to fresh passion fruit juice with moisture, 82.95 % (b.s.), 14.85 °Brix; pH 2.73, citric acid content, 4.31 % (b.s.), color index 7.85. The juice was frozen at -25°C/14 hours in 1.0 cm thick molds and then dried in a freeze dryer at 0.002 mBar for 24 hours. The drying kinetics was determined by weighing the first 4 hours every half hour and then every hour until completing the established time of 24 hours. Total phenol content was determined by the Folin-Ciocalteu method and ascorbic acid by the spectrophotometric method reported by Hung & Yen, before and after freeze-drying. The contents of total phenols and ascorbic acid in fresh pulp were 59.985±0.56 mg AG/100g and 27.821±1.03 mg AA/100g and values of 23.89±4.24 mg AG/100g and 27.52±0.52 mg AA/100g in freeze-dried pulp with addition of binders. The solubility of the dehydrated powder with addition of gum arabic, rice starch and pectin were, 67.60±0.26%; 36.81±0.14% and 39.24±0.07% respectively. The type and concentration of binder significantly influenced ($P<0.05$) the content of total phenols, vitamin C, color and solubility, being gum arabic, the binder that gave better results in the content of total phenols, color, solubility and pectin better preserved vitamin C. Flavor and color attributes were determined by sensory evaluation with a 7-point hedonic scale and untrained panelists. However, according to the response surface graphs, the treatment that best preserved the flavor and color attributes were 1.5% gum arabic and 1.0% pectin, where the flavor is independent of the amount and type of binder. The drying kinetics curves indicated that the 0.75% pectin binder had a greater slope and higher drying speed.

Keywords: Bioactive compounds, Lyophilization, Total phenols, Vitamin C, Passion fruit, Binders.



Introducción

El maracuyá es una fruta exótica que se obtiene de una planta trepadora de origen tropical, perteneciente a la familia de las Passifloras. El jugo del maracuyá, obtenido del arilo que rodea a la semilla, posee un sabor característico y refrescante, con notas ácidas y aromáticas. Además, es una rica fuente de nutrientes como la vitamina C, el potasio, el fósforo y el magnesio (Ocampo et al., 2013).

La técnica de liofilización es una opción valiosa para preservar los alimentos, ya que permite prolongar su vida útil sin afectar significativamente sus propiedades físico-químicas y su calidad. Es especialmente relevante para mantener la concentración de vitaminas presente en la pulpa del maracuyá y evitar su deterioro debido a la sensibilidad de la vitamina C a factores como la oxidación, los cambios de pH, la temperatura y la luz. El proceso de liofilización es, por lo tanto, esencial para mantener la cantidad de vitaminas en la pulpa de maracuyá intacta durante un largo periodo de almacenamiento (Vega & Lemus 2015).

De acuerdo con Orrego (2012), la liofilización es una técnica muy empleada en la preservación de alimentos, ya que ofrece múltiples ventajas. Este proceso de preservación de alimentos es una combinación de dos métodos, el de la congelación y la deshidratación, y se realiza mediante la eliminación del agua presente en el alimento. En primer lugar, se congela el agua libre del alimento y posteriormente, mediante la deshidratación al vacío, el agua presente en estado sólido se convierte directamente en vapor, sin pasar por el estado líquido, lo que se conoce como sublimación. Así mismo indicó que la liofilización se ha utilizado ampliamente para conservar productos alimenticios costosos como carnes, extractos de café y jugos de frutas.

Después de completar el proceso de liofilización, el alimento experimenta una transformación en la que adquiere una estructura sólida que conserva su forma y volumen, pero con un peso reducido, sin perder sus propiedades nutritivas y sensoriales. Al volver a hidratarlo, se recuperan la textura, el aroma y el sabor originales del alimento. En la actualidad, los consumidores demandan productos alimentarios que tengan una vida útil prolongada en comparación con los productos frescos, sin comprometer las propiedades nutricionales, el aroma, el color y el sabor. (Orrego 2012).

Este trabajo tuvo por objetivo general:

- Obtener pulpa liofilizada de maracuyá conservando su calidad sensorial y nutracéutica

Para lograrlo se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar la influencia de la concentración de tres aglomerantes (0,25- 0,5- 0,75 % de pectina 0,5- 1,0- 1,5% de goma arábica y almidón de arroz) en las propiedades físicas químicas, solubilidad y color del polvo deshidratado de maracuyá obtenido por liofilización.
- Evaluar la influencia de la concentración de tres aglomerantes (0,25- 0,5- 0,75 % de pectina 0,5- 1,0- 1,5% de goma arábica y almidón de arroz) en el contenido de vitamina C y Polifenoles del polvo deshidratado de maracuyá obtenido por liofilización.
- Evaluar la influencia de la concentración de tres aglomerantes (0,25- 0,5- 0,75 % de pectina 0,5- 1,0- 1,5% de goma arábica y almidón de arroz) en la cinética de secado, por liofilización de jugo de maracuyá.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. El Maracuyá (*Passiflora edulis*)

1.1.1. Origen y distribución geográfica

El maracuyá es una fruta tropical conocida también como fruta de la pasión, que pertenece al género *Passiflora* y la planta tiene su origen en las zonas tropicales de América del Sur. Esta planta es altamente valorada por su fruto aunque también se valora en menor medida por sus flores, y en ocasiones se cultiva con propósitos ornamentales. Además de su uso culinario, las hojas y las flores de la planta se utilizan para preparar infusiones con propiedades medicinales, que contienen flavonoides, compuestos glucósidos, vitaminas, minerales y compuestos terpenoides (Zibadi, & Watson 2014).

1.1.2. Clasificación taxonómica

A continuación, se presenta la descripción botánica del maracuyá (Ver *Tabla 1*).

Tabla 1

Descripción taxonómica del maracuyá.

Maracuyá	
Nombre científico	<i>Passiflora edulis</i>
Nombres comunes	Maracuyá, Parchita, Parcha
División	Espermatofita
Clase	Dicotiledónea
Familia	Passifloraceae
Género	<i>Passiflora</i>
Especie	<i>Edulis</i>

Fuente: (Marcelo, 2009).

1.1.3. Composición nutricional

La fruta de maracuyá contiene agua, calorías y carbohidratos, siendo la pulpa la parte que tiene el mayor contenido de agua con aproximadamente un 85,9%, En cambio, los otros elementos aportan al aroma, el gusto y el valor calórico de la fruta. En la *Tabla 2* se presenta una estimación de la composición del jugo de maracuyá, el cual suele ser una importante fuente de energía y vitaminas.

Tabla 2

Composición química del jugo de maracuyá (Passiflora edulis, f. flavicarpa) (En g/100 ml de porción comestible).

Componentes	Cantidad
Agua (g)	85,90
Proteínas (g)	1,50
Lípidos (g)	0,5
Carbohidratos (g)	11,4
Fibra cruda (g)	0,2
Cenizas (g)	0,7
Calorías (Kcal.)	56,0

Fuente: USDA Nutrient Data Laboratory (2011)

De acuerdo con García (2009), el maracuyá se caracteriza por su intenso aroma y sabor ácido. La Tabla 3 presenta la composición química del fruto maracuyá con fines de industrialización.

Tabla 3

Composición química de los frutos de maracuyá

Elemento	Cantidad
pH	2,8-3,3
Acidez	2,9-5,0%
Sólidos solubles	12,5-18,0%
Azúcares totales	8,3-11,6%
Azúcares reductores	5,0-9,2%
Ácido ascórbico	7,0-20,0 mg/100g
Niacina	1,5-2,2 mg/100g
Potasio	140,0-278 mg/100g
Porcentaje de pulpa	36%

Fuente: García (2016).

La alta variabilidad genética presente en los frutos de maracuyá hace difícil determinar sus características fenotípicas, ya que su reproducción puede ser por polinización cruzada o por la constitución de genotipos de hermanos medios (Ocampo et al., 2013).

Ocampo (2013), realizó un análisis de las características del fruto mediante un enfoque univariado, en el cual se encontró que las 11 variables analizadas mostraron un coeficiente de variación (CV) promedio de 14,31%, lo cual refleja una variabilidad relativa en las características fenotípicas de las muestras recolectadas. El peso de la cáscara, el peso promedio de la semilla y el porcentaje de jugo fueron las variables que más influyeron en esta variabilidad. Se encontraron accesiones élite identificadas por los parámetros de calidad, tales como el contenido de °Brix (14,5 a 17,0), % de pulpa + semilla (50 - 57) y el rendimiento de jugo concentrado (8,5 - 17,0).

Menéndez (2016), afirmó que el pH del maracuyá permanece estable mientras que la acidez disminuye, esto indica la presencia de un mecanismo interno de regulación del pH, que podría estar relacionado con un efecto amortiguador. La reducción de los sólidos solubles se debe a la descomposición del almidón en azúcares reductores y a la transformación en ácido ascórbico durante diversas etapas de madurez (Torres et al., 2013).

1.1.4. Micronutrientes

El jugo de maracuyá es una fuente de nutrientes beneficiosos para la salud, que se deben principalmente a su contenido de micronutrientes como vitaminas, minerales y compuestos fotoquímicos. Al igual que otras frutas exóticas, el jugo de maracuyá de color amarillo posee una combinación aproximada de estos micronutrientes. (Ver *Tabla 4*) (USDA Nutrient Data Laboratory, 2011).

Tabla 4

Composición de micronutrientes (100g jugo de maracuyá).

Componente	Cantidad
Calcio	4,0 mg
Magnesio	17,0 mg
Potasio	278,0 mg
Ácido ascórbico	18,2 mg
Ácido fólico	8,0 mg
Vitamina A	241,0 UI*
Vitamina A	241,0 µg RE*
Vitamina E	0,05 µα TE***

Fuente: USDA Nutnent Data Laboratory, (2011)

UI*: Unidades Internacionales, J.Jg RE**: microgramos de retinol (mcg=3.3UI)

J.IQ a-TE***: microgramos de alfatocoferol (1 mg a-TE=1.5 UI)

1.2. Polifenoles

El maracuyá se destaca como una excelente fuente de antioxidantes, ya que contiene una combinación de vitamina C y polifenoles, lo que le confiere propiedades beneficiosas para proteger la salud. El color distintivo del maracuyá fresco y su jugo se debe a la presencia de provitamina A, carotenoides y xantofilas, que son susceptibles a la oxidación, el calor y la exposición a la luz (Werkoff et al., 2008). La determinación de la cantidad de fenoles totales proporciona una medida directa de los antioxidantes presentes en un alimento, siempre y cuando esté correlacionada con la actividad antioxidante mediante técnicas como el método de Folin Ciocalteu. La *Tabla 5*, muestra el contenido de fenoles totales en varias frutas, y la mayoría de ellas tienen niveles significativos de estos compuestos, lo que potencialmente les confiere propiedades nutracéuticas y beneficios para la salud (Botero, 2017).

Tabla 5

Determinación de fenoles totales (FT) en diferentes frutas

Nivel de fenoles totales	Nombre común	Fenoles Totales (mg ácido gálico/100g muestra)
Alto	Mora	1864.4 ± 44.0
	Fresa	1638.4 ± 9.21
	Guayaba	1192.2 ± 27.8
	Granadilla	664.8 ± 20.4
Intermedio	Manzana roja	426.7 ± 4.1
	Ciruela	376.5 ± 5.6
	Uva	290.6 ± 12
	Piña	268.6 ± 5.4
	Mandarina	242.6 ± 3.1
	Papaya	134.1 ± 4.7
Bajo	Banano	84.8 ± 1.9
	Mango	78.3 ± 2.5
	Maracuyá	39.1 ± 1.9
	Durazno	30.5 ± 1.4

1.2.1. Estabilidad de los polifenoles

Terry (2011), afirmó que las frutas tropicales desempeñan una función fundamental en la alimentación humana, ya que son ricas en vitaminas, minerales, carotenoides, polifenoles y otros compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes. Los compuestos fenólicos son una clase de compuestos bioactivos que tienen propiedades antioxidantes y pueden prevenir la formación de radicales libres, lo que les permite tener efectos positivos en la salud humana (Hernández, 2015).

Los polifenoles son compuestos que tienen una sensibilidad ante cambios de pH, su degradación oxidativa aumenta en medios alcalinos, por lo que es importante que el pH se mantenga por debajo de 5.0 para una mayor estabilidad (Boza et al., 2000). Durante los procesos digestivos, es necesario tener en cuenta los cambios radicales en el pH y cómo estos afectan el comportamiento de estos compuestos. La diferencia en el pH del ambiente en el estómago (1.0 a 3.0), el duodeno (3.8 a 6.6) y el intestino grueso (7.5 a 8.0) los cambios de pH pueden tener un efecto considerable en la estabilidad de los polifenoles, dado que estos compuestos son altamente sensibles a dichas variaciones de acidez. (Reyes, 2014).

1.2.2. Pérdida de polifenoles

Los polifenoles desempeñan diferentes funciones en las plantas, que incluyen la regulación hormonal, la defensa contra el estrés y la interacción con otros organismos. Su enorme diversidad se debe a la plasticidad de las enzimas biosintéticas en términos de sustratos posibles y a la creación de combinaciones enzimáticas múltiples, lo que posibilita la producción de varios tipos de polifenoles a partir de un conjunto limitado de intermediarios compartidos. El contenido de polifenoles en frutas y verduras varía de 0,2 a 5 g equivalentes de ácido gálico por kilogramo de peso fresco y es generalmente mayor en frutas que en verduras, aunque hay algunas excepciones (Vicente et al., 2017).

La cantidad de polifenoles que se acumulan en los productos puede variar significativamente según diferentes variables como la temperatura de cultivo, la variación de temperatura, la cantidad de luz solar, la disponibilidad de agua y nutrientes y la técnica de cultivo. Además, la cantidad de polifenoles en los productos puede ser influenciada por factores como la madurez, la exposición al etileno, el daño mecánico, la temperatura y la atmósfera de almacenamiento, así como los tratamientos antioxidantes o pro-oxidantes y otros tratamientos utilizados desde la cosecha hasta el consumo (Vicente et al., 2017).

1.3. Ácido Ascórbico

La vitamina C desempeña un papel crucial como micronutriente en el adecuado funcionamiento metabólico del cuerpo. Se trata de una de las vitaminas más simples en términos de estructura, ya que consiste en la lactona de un ácido-azúcar. El fruto maracuyá presenta un importante contenido de vitamina C, formada en su mayor parte por ácido ascórbico y que apenas se degrada durante el almacenamiento refrigerado (Guzmán, 2014).

Los compuestos fenólicos más abundantes en el fruto de maracuyá son los flavonoides y carotenoides. La vitamina C como los flavonoides tienen propiedades antioxidantes que pueden ejercer un efecto beneficioso para la salud. El contenido de vitamina C se recoge en la siguiente *Tabla 6*.

Tabla 6

Concentraciones de vitamina c en maracuyá

Concentración de vitamina C	Método utilizado	Referencias
30 mg/ 100 gramos de pulpa con semillas	Espectrofotometría	Sotero et al. (2013).
12 mg/Valor por cada 100g	Titulación	Klinar et al. (2013)
20 mg/100 ml de jugo de maracuyá	Titulación	Alves et al. (2011) – Brasil.
20 mg/100 ml de jugo de maracuyá	Iodometría	Maeda et al. (2015)
22 mg/100 g en pulpa fresca de maracuyá	Espectrofotometría	Garcia et al. (2010).

El ácido ascórbico es un potente agente reductor que puede perder fácilmente átomos de hidrógeno, convirtiéndose en su forma de ácido dehidroascórbico, además de poseer propiedades similares a la vitamina C. No obstante, esta capacidad vitamínica se pierde cuando el anillo lactónico del ácido dehidroascórbico se descompone, dando lugar al ácido dicetogulónico (Ver *Figura 1*). Además, el ácido ascórbico puede actuar como un co-antioxidante al regenerar la vitamina E (α -tocoferol) a partir del radical de α -tocoferoxilo, el cual se produce mediante la captación de radicales libres solubles en lípidos (Guzmán, 2014).

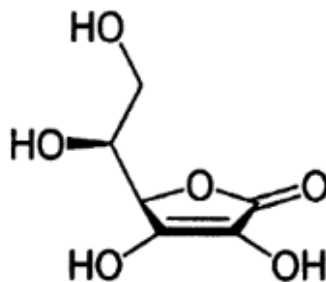


Figura 1. Estructura química del L-ácido ascórbico (Belitz 1997)

1.3.1. Estabilidad de la vitamina C

Fennema (2000), explicó que el ácido ascórbico es altamente susceptible a diversos procesos de degradación, factores como la temperatura, la concentración de sal y azúcar, el pH, el oxígeno, las enzimas, los catalizadores metálicos, la concentración inicial del ácido y la relación entre el ácido ascórbico y el ácido dehidroascórbico, pueden influir en el proceso. (ADA). Se indica que el ácido ascórbico es soluble en agua y puede ser fácilmente eliminado por lavado en las superficies expuestas de los alimentos cortados o triturados. En el caso de los alimentos procesados, las principales pérdidas de ácido ascórbico después de su manipulación se deben a su degradación química.

Según Bessey (1976), señaló que la temperatura es el factor más determinante en el proceso de descomposición del ácido ascórbico, mientras que la luz artificial tiene poco efecto. La degradación del ácido ascórbico produce ácido dehidroascórbico (ADA), que es muy susceptible y disminuye rápidamente durante el almacenamiento a baja temperatura.

1.3.2. Pérdida de vitamina C

La vitamina C, es altamente inestable y vulnerable a diversas formas de degradación. Fenema (2000), señala que diversos factores como la temperatura, la concentración de sal y azúcar, el pH, el oxígeno, las enzimas, los catalizadores metálicos, la concentración inicial del ácido y la relación entre el ácido ascórbico y el ácido dehidroascórbico pueden afectar los procesos de degradación del ácido ascórbico. La oxidación reversible del ácido ascórbico para formar ácido dehidroascórbico es su característica más importante. En presencia de oxígeno, el ácido ascórbico se degrada principalmente a través de su monoanión, lo que produce ácido dehidroascórbico.

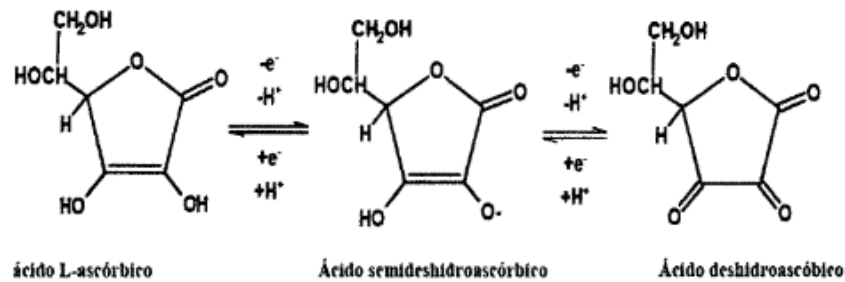


Figura 2. Oxidación de ácido L-ascórbico a ácido deshidroascórbico

1.4. Encapsulantes

1.4.1 La pectina

Según Ochoa (2013), las pectinas pueden ser categorizadas en pectinas con bajo o alto contenido de metoxilo, dependiendo de la cantidad de grupos carboxilos esterificados con metanol. Las pectinas de alto contenido de metoxilo poseen más del 50% de sus grupos carboxilos esterificados con metanol, mientras que las pectinas de bajo contenido de metoxilo presentan menos del 50%. Las pectinas de bajo metoxilo son las más comúnmente utilizadas en la gelificación iónica, ya que producen geles más compactos y requieren la presencia de calcio (Alves, 2004).

La adición de iones de calcio forma una estructura tridimensional conocida como "caja de huevos", en la que los iones de calcio de carga doble se unen a los grupos carboxilo de las cadenas de pectina, formando una estructura donde las cadenas de ácido galacturónico se entrelazan (Braccini y Pérez, 2001).

La amidación de las pectinas con amonio puede mejorar aún más la resistencia del gel debido a las ligaciones de hidrógeno con los grupos amida (Alves, 2004).

El proceso de formación de gel ocurre cuando hay presencia de cationes multivalentes, siendo el ion calcio el más utilizado en la industria alimentaria. Durante la gelificación, se crea una unión entre un bloque G de una molécula de alginato que se enlaza físicamente a otro bloque G presente en otra molécula de alginato mediante la presencia del ion calcio. La visualización de la estructura física es denominada modelo "caja de huevos" por Draget (2000), mostrada en la *Figura 3* (Reddy, 2010).

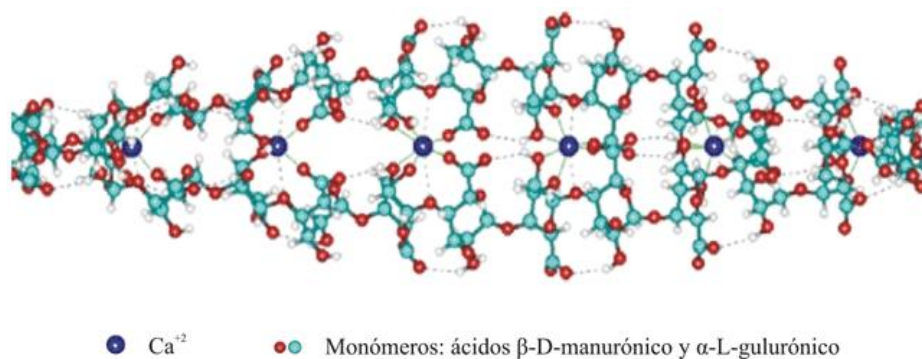


Figura 3. Modelo “caja de huevos”

1.4.2 Goma arábica

La goma arábica es una molécula densa en su forma natural, y su espesor varía cuando se le añaden ácidos o bases, así como cuando hay presencia de cationes debido a los grupos ácidos que contiene. Posee dos características principales: es altamente soluble en agua, llegando hasta un 50%, y tiene una baja densidad. A diferencia de otras gomas, las soluciones de goma arábica se comportan de manera newtoniana hasta una concentración del 40%. Sin embargo, al aumentar la concentración, exhibe las propiedades pseudoplásticas típicas de la mayoría de las gomas (Badui, 2006).

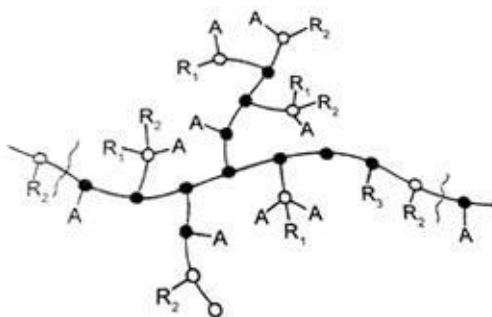


Figura 4. Estructura de la goma arábica

1.4.3 Almidón de arroz

El almidón es el principal polisacárido de almacenamiento en las plantas superiores y se encuentra en diversos productos agrícolas como cereales, leguminosas, tubérculos y frutas maduras (Núñez-Santiago et al. 2004). El almidón se presenta en forma de gránulos discretos, cuyo contenido, las características morfológicas, la composición química y la estructura molecular del almidón varían según la fuente botánica de donde proviene (Rodríguez-Marín, 2009). Los gránulos de almidón varían en tamaño y forma según la

fuelle de la que se obtengan. Por ejemplo, en el arroz, el almidón representa el 70-80% y los gránulos son pequeños, con un diámetro de 2-5 μm (Jane, 1992), mientras que en el maíz presentan un tamaño intermedio, que va desde 1,72-29,15 μm (Medina y Salas, 2008), y en la papa, los gránulos de almidón son los de mayor tamaño, con un tamaño de 2,02-65,94 μm (Masaharu et al., 2003).

Zhao y Whistler (1994), los gránulos de almidón de arroz de tamaño pequeño tienen la capacidad de formar agregados esféricos y porosos, los cuales pueden ser útiles para la encapsulación de compuestos. Estos agregados presentan una apariencia similar a las palomitas de maíz y tienen la capacidad de alojar el compuesto a ser encapsulado en los espacios abiertos de su estructura porosa.

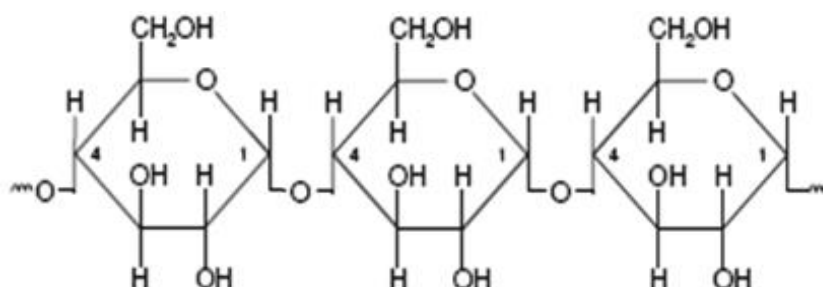


Figura 5. Segmento de la estructura de la amilosa (Wurzburg, 1986)

1.5. Liofilización

Se han desarrollado diferentes métodos para deshidratar alimentos y lograr su conservación a largo plazo o para obtenerlos cuando no están disponibles frescos (Grajales et al., 2005). La liofilización es considerada el mejor método de deshidratación porque conserva las características nutricionales y organolépticas del alimento y puede aumentar su valor agregado hasta en un 120% (Ramírez, 2011). Este método se emplea con el fin de reducir la pérdida de los elementos responsables del aroma y sabor, los cuales suelen ser afectados en los métodos de secado convencionales, así como para conservar nutrientes valiosos como vitaminas y minerales. (Marques et al., 2007).

1.5.1. Etapas en el secado por liofilización

El proceso de liofilización se lleva a cabo en tres etapas: congelación, sublimación y desorción. Durante la etapa de sublimación, el producto experimenta la transformación en

vapor hasta alcanzar un contenido de agua del 15% (sobre peso húmedo), luego, se lleva a cabo la desorción o deshidratación evaporativa, que disminuye el contenido de agua hasta el 2% sobre peso húmedo (Hayes, 1992 y Lewis, 1993).

a. Congelación

Es una operación previa a la sublimación se realiza una operación llamada deshidratación previa que consiste en separar el agua libre del soluto para iniciar la primera etapa de deshidratación. Es importante utilizar temperaturas bajas para prevenir la descongelación anticipada y formar una mezcla rígida llamada eutéctica. El agua juega un papel clave en todo el proceso de liofilización, ya que puede estar unida de dos formas: agua ligada, que se encuentra fuertemente unida y es difícil de extraer y congelar, y agua libre, que actúa como solvente y cristaliza en forma de hielo puro. La temperatura de congelación depende de la cantidad de agua libre y ligada en el producto, y se puede determinar mediante medidas calorimétricas o eléctricas (Cinzano y Madrid, 1983).

b. Sublimación

Cuando el agua se encuentra en estado congelado y la presión de vapor del producto se mantiene por debajo de 4,58 torr, al calentar el producto, el hielo se sublima directamente a vapor sin pasar por el estado líquido. (Ver *Figura 6*).

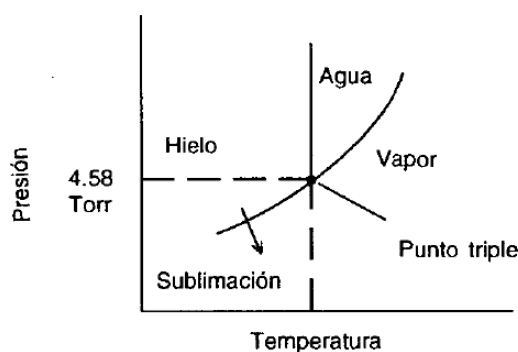


Figura 6. Diagrama de fases del agua en el que se muestra el fenómeno de la sublimación del hielo

A medida que ocurre la liofilización, la región donde se produce la sublimación se mueve hacia el centro del producto, y el calor necesario para la sublimación se transfiere hacia el interior mediante conducción o generado internamente por microondas en la masa del producto.

La transmisión de calor puede llevarse a cabo mediante tres mecanismos diferentes, tal y como se muestra en la Figura 7 (Vásquez 1990, Treybal 1990 y Mellor 1978).

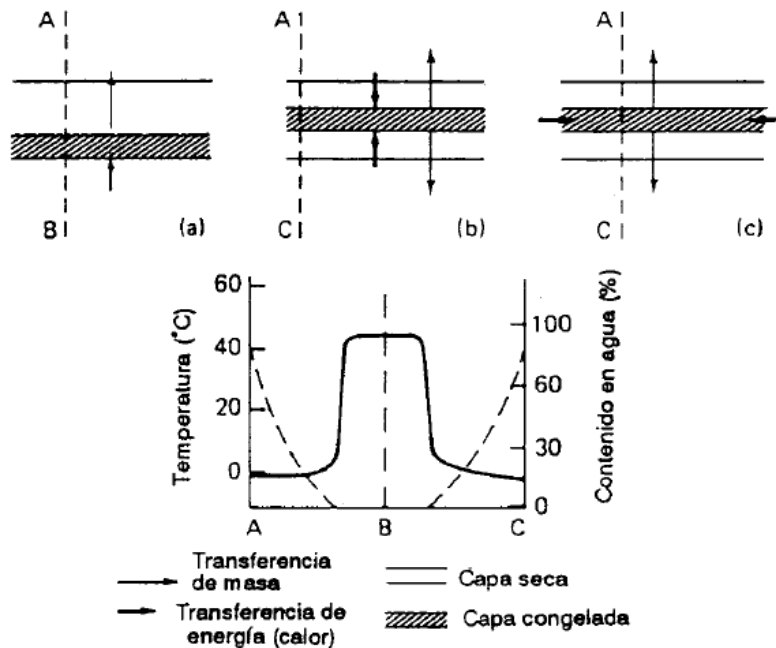


Figura 7. Transferencia de calor y vapor durante el proceso de liofilización: (a) Transferencia de calor mediante la capa congelada; (b) Transferencia de calor a través de la capa seca desde las superficies radiantes; (c) Calor producido por las microondas dentro del alimento. El gráfico muestra cómo varía la temperatura (—) y el contenido de agua a lo largo de la línea A -- B -- C en cada muestra. Fuente: Vásquez (1990), Treybal (1990) y Mellor (1978).

En la etapa de congelación, el propósito es enfriar el producto a temperaturas bajas con el fin de que el agua presente pase de estado líquido a sólido, lo que permite la redistribución del soluto y una concentración parcial congelada del agua. Esto se realiza con el objetivo de preparar el terreno para la siguiente fase de secado de manera más eficiente. (Ver *Figura 8*) (Rangel, 2014).

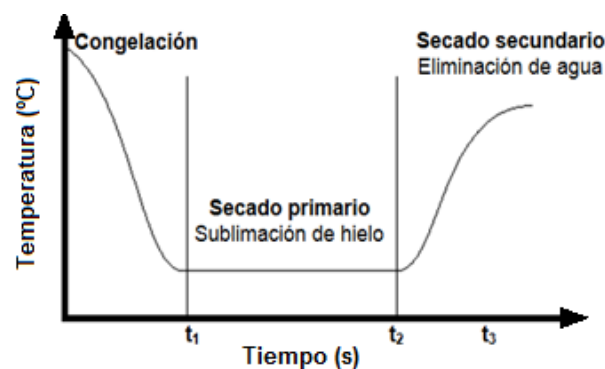


Figura 8. Etapas del proceso de liofilización según Barboza & Vega (2000)

1.5.2. Solubilidad al agua

La capacidad de una sustancia para disolverse en un medio específico se conoce como solubilidad, y puede estar sujeta a cambios debido a elementos como la intensidad de la fuerza intermolecular entre el soluto y el solvente, así como la temperatura. Si la disolución libera calor total de forma exotérmica, la solubilidad disminuirá a medida que la temperatura aumente. Por otro lado, si la disolución absorbe calor total de forma endotérmica, la solubilidad aumentará a medida que la temperatura aumente (Ceballos, 2008).

Por lo tanto, es necesario mantener una temperatura constante para lograr una solubilidad estable sin importar la agitación y la pulverización, ya que únicamente aceleran el alcance del punto de saturación. La microestructura del polvo también puede influir en la solubilidad, siendo las partículas amorfas más solubles que las cristalinas. Sin embargo, la solubilidad puede verse afectada en productos con elevadas concentraciones de materia sólida o cuando se exponen a altas temperaturas (Cano et al., 2011).

A medida que se incrementa la cantidad de soluto y la temperatura del aire caliente de entrada, la solubilidad del producto también aumenta. Los oligosacáridos son altamente solubles debido a la gran cantidad de grupos OH que contienen, esto les permite establecer enlaces de hidrógeno con las moléculas de agua y adoptar una estructura esférica al mezclarse. Las temperaturas elevadas en la superficie de la partícula aceleran el proceso de evaporación, lo que reduce la humedad y expone más los puntos activos de la superficie, como las proteínas, la maltodextrina o cualquier otro, para su solvatación y, por lo tanto, mejorando la solubilidad. Sin embargo, el rango de temperaturas de salida de entre 65°C y 77°C no parece influir de manera significativa en la capacidad de disolución del producto. (Vargas, 2015).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Lugar de Ejecución

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación y Análisis de Composición de Alimentos, perteneciente a la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, ubicado en el distrito de Morales, provincia San Martín, departamento de San Martín.

2.2. Materia Prima

Los frutos de maracuyá (*Passiflora edulis*) se recolectaron, teniendo en cuenta el color del epicarpio (amarillo) y seleccionando las mejores plantas de acuerdo con su rendimiento. Estos frutos se recolectaron en el fundo “Miramar” ubicado en el centro poblado Naranjillo, distrito de Nueva Cajamarca, provincia Rioja, región San Martín en la época de agosto – setiembre en una parcela establecida del productor agrario Luis Sánchez, después de haber separado las impurezas y clasificado se transportaron al Laboratorio de Investigación, donde se le determinó su color, sabor, análisis proximal, contenido de fenoles totales y ácido ascórbico.



Figura 9. Campo de producción de maracuya fundo Miramar.

2.3. Diseño Experimental

Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA) con un arreglo factorial de dos factores en un diseño 3 x 3, con tres repeticiones, completando 27

experimentos, siendo los factores, tipo de aglomerante y concentración. Los niveles de concentración fueron, para la goma arábica, 0.5, 1.0 y 1.5%, para almidón de arroz, 0.5, 1.0 y 1.5% y para pectina, 0.25, 0.50 y 0.75%.

Se analizaron la pérdida de la calidad nutracéutica (vitamina C y Fenoles totales) de la pulpa de maracuyá liofilizada. Se llevó a cabo un análisis de varianza con un nivel de significancia del 95 % y se aplicó la prueba de Tukey con el objetivo de determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Se llevó a cabo una evaluación sensorial utilizando una escala hedónica de 7 puntos con el propósito de identificar el tratamiento óptimo. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar. Se contó con la participación de panelistas no entrenados, que representaban a posibles consumidores. Los panelistas evaluaron los atributos de apariencia general, color y sabor de la maracuyá liofilizada sometida a diferentes tratamientos. Para visualizar el resultado, se obtuvieron superficies de respuesta. Para el análisis estadístico y presentación de los gráficos se usó el Software ESTATISTICA v.10.

Tabla 7

El factor (a) tipo de aglomerantes con tres niveles

Factor	Tipo de aglomerante
a ₁	Goma arábica
a ₂	Almidón de arroz
a ₃	Pectina

Tabla 8

Tipo de aglomerante con tres niveles

Factor	Concentraciones de aglomerantes (%)
G	G ₁ (0,5); G ₂ (1,0); G ₃ (1.5)
A	A ₁ (0,5); A ₂ (1,0); A ₃ (1.5)
P	P ₁ (0,25); P ₂ (0,50); P ₃ (0,75)

diseño experimental utilizado se presenta en la Tabla 9, con un total de nueve tratamientos (T1-T9). El análisis de varianza se llevó a cabo utilizando el software Statistica Versión 10 y el sistema SAS V10.El

Tabla 9

Tratamientos experimentales (por triplicado).

Tratamiento	Tipo de aglomerantes	Concentración de aglomerantes	Repeticiones
T ₁	G ₁	0,5	3
T ₂	G ₂	1,0	3
T ₃	G ₃	1,5	3
T ₄	A ₁	0,5	3
T ₅	A ₂	1,0	3
T ₆	A ₃	1,5	3
T ₇	P ₁	0,25	3
T ₈	P ₂	0,5	3
T ₉	P ₃	0,75	3

2.3.1. Hipótesis

- **Hipótesis Afirmativa**

H₁: El tipo y concentración de aglomerante influyen en la calidad sensorial (color, sabor) y nutracéutica (vitamina C y fenoles totales) de la pulpa deshidratada de maracuyá por liofilización.

- **Hipótesis Nula**

H₀: El tipo y concentración de aglomerante no influyen en la calidad sensorial (color, sabor) y nutracéutica (vitamina C y fenoles totales) de la pulpa deshidratada de maracuyá por liofilización.

2.4. Material y Métodos

2.4.1. Material.

a) De campo

Se utilizaron materiales de campo como bolsas de polietileno y cajas de plástico para la recolección y traslado al laboratorio de investigación.

b) Equipos

Liofilizador (LABCONCO USA – modelo 7934042, capacidad 6 L.), colorímetro triestímulo portátil (KONICA MINOLTA JAPAN, Modelo CR-400), balanza analítica (AND JAPAN - modelo GH-200, capacidad 220 g, mínimo 0.001 g), esterilizador de calor seco digital. (MEMMERT- modelo ED080), vórtex vibrador p/ tubos (J.P SELECTA), agitador magnético con placa máscara (BOECO GERMANY- modelo MSH420), centrífuga (BOECO GERMANY- modelo C-28A), estufa (POL-EKO- APARATURA SP.J. - modelo SLW115 STD), refrigeradora – congeladora (SAMSUNG, temperatura refrigera: 3 °C y congela: -25 °C), espectrofotómetro UV – VIS (THERMOSPECTRONIC USA, modelo GENESYS 6, 190 a 1100 nm).

c) Materiales de laboratorio

Fiolas de 10, 25, 100 y 250 ml, guantes de goma, micropipetas (10 – 100 µl y 100 – 1000 µl), pastillas magnéticas, pipetas de 1, 2, 5 y 10 ml, matraz erlenmeyer 250ml, marca BOECO Alemana, vaso de precipitación 500ml y 50ml, (SCHOTT, Alemana), cucharas y cuchillos de acero inoxidable, colador papel aluminio, pinza de acero inoxidable, campana desecadora de humedad, bureta automática de 50 ml, pipetas de 10ml (LMS- Alemana), probeta 250ml, (BOECO – Alemana), fiolas de 100ml y 50 ml., vernier, guantes de látex, bolsas de polietileno con cierre (Z-plot/congelación).

d) Reactivos

- Hidróxido de Sodio CAS 1310-73-2, solución de 0.1N.
- 2,6-diclorofenol indofenol, CAS 620-45-1 solución al 1%.
- Éter de petróleo, ALDRICH, CAS 64742-49-0, PM = 219.08 g/mol
- Folin Ciocalteu, ACS Chemicals, 100ml
- Encapsulante: goma arábiga, almidón de arroz y pectina

2.4.2. Metodología experimental.

a) Diagrama de flujo para el liofilizado de pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*).

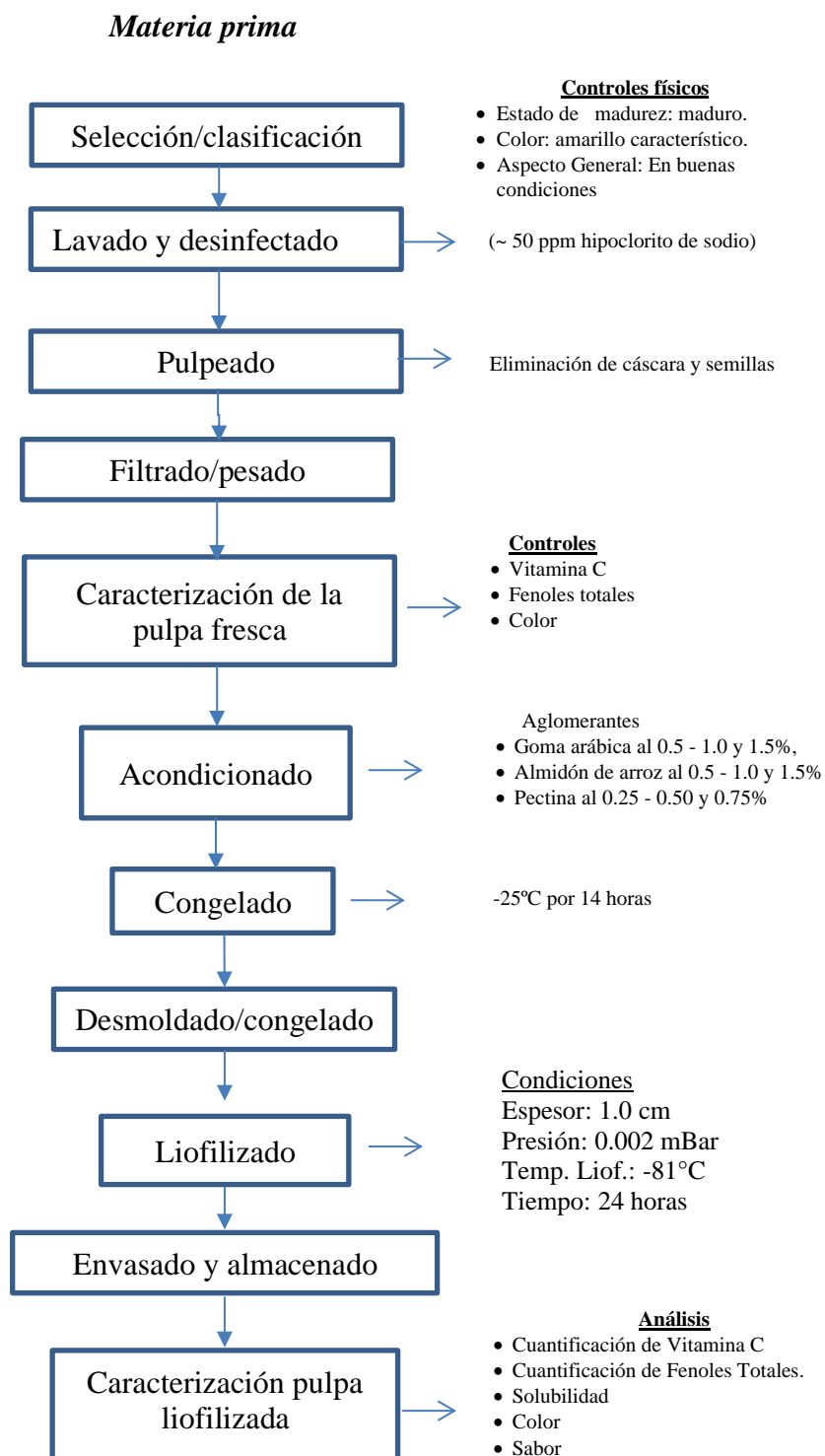


Figura 10. Diagrama de flujo para la obtención del liofilizado de pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*).

b) Proceso de obtención del liofilizado de pulpa de maracuyá (Passiflora edulis).

- **Materia prima.** Los frutos de maracuyá (*Passiflora edulis*) fueron recolectados en el centro poblado Naranjillo, distrito de Nueva Cajamarca, provincia Rioja, región San Martín, en un estado de pintón-maduro.
- **Selección y clasificación.** Se llevó a cabo un proceso de selección y clasificación de los frutos de maracuyá (*Passiflora edulis*) basado en su grado de madurez, dividiéndolos en dos categorías: pintón-maduro. También se separaron aquellos frutos que presentaban condiciones no adecuadas, como fracturas, rajaduras, moliendas o fermentación excesiva debido a la madurez o daños durante el transporte. Además, se eliminaron el pedúnculo y cualquier otra materia extraña presente.
- **Lavado y desinfectado.** Se procedió a higienizar los frutos mediante el lavado con agua potable, con el fin de eliminar cualquier residuo no deseado que pudiera contener sustancias extrañas y microorganismos. Para la desinfección, se utilizó una solución de hipoclorito de sodio con una concentración de cloro de 50 ppm (FAO, 1996). (FAO, 1996).
- **Pulpeado.** Para obtener la pulpa, se procedió a cortar la fruta por la mitad para separar la pulpa de las semillas. Posteriormente, se realizó la extracción manual de la pulpa, obteniendo así el jugo fresco de maracuyá.
- **Filtrado pesado.** Se llevó a cabo el proceso de filtrado de la pulpa utilizando un colador de plástico como herramienta de ayuda..
- **Caracterización físico química de la pulpa:** polifenoles totales, vitamina C, rendimiento y color de la fruta maracuyá.
- **Rendimiento de la pulpa.** Para determinar el rendimiento de la pulpa fresca, se realizó la medición de la cantidad de fruto utilizado y la cantidad de pulpa obtenida (Rojas & Alegría, 2005).
- **Determinación del color:** La medición del color de las muestras de maracuyá se realizó utilizando un colorímetro triestímulo portátil de la marca Minolta, modelo CR-400. Se utilizó el sistema CIELab calibrado con un patrón blanco para obtener los valores de color. Posteriormente, se compararon los resultados de las muestras iniciales (pulpa fresca) con las muestras sometidas al secado por liofilización (Konica Minolta, 2013).

Los valores de color se obtuvieron siguiendo la escala CIELAB utilizando el software online "EasyRGB" (Logicol SRL, 2020) (Vignoni et al., 2006). Según Vignoni et al. (2006), el índice de color IC* se considera una variable de control de la calidad sensorial en alimentos, donde un valor positivo (+2 a +20) indica una gama de colores que va desde amarillo pálido hasta naranja intenso. El índice de color se determinó mediante la ecuación propuesta por Thompson (1998) siendo la fórmula matemática utilizada:

$$IC = \frac{a^* \cdot 1000}{L^* \cdot b^*} \dots\dots\dots \text{Ecuación (1)}$$

dónde:

a* : Rango de variación del color verde hasta el color rojo del espectro.

L* : Grado de intensidad del color.

b* : Rango de variación del color azul hasta el color amarillo del espectro.

- Determinación de la vitamina C por espectrofotometría.

Se realizó el procedimiento mencionado por Hung & Yen (2002) para obtener una curva patrón. En esta curva, se usaron 100 µL de ácido ascórbico con un 99% de pureza, que se mezclaron con 900 µL de 2,6 diclorofenolindofenol al 1%. La lectura de absorbancia se registró a una longitud de onda de 515 nm, utilizando la siguiente ecuación, se determinaron las cantidades de ácido ascórbico.

$$A_{515 \text{ nm}} = A_{\text{control}} - A_{\text{muestra}}$$

- Determinación de fenoles totales por el método de Folin – Ciocalteu.

Para determinar el contenido de fenoles totales se utilizó el método de Folin-Ciocalteu descrito por Leighton y Urquiaga (2001), el cual se basa en la capacidad de los compuestos fenólicos para reducir el reactivo Folin-Ciocalteu, formando un complejo azul que se mide con un espectrofotómetro a 760 nm. Para llevar a cabo el análisis, se mezclaron 80 µL de extracto metanólico, 1520 µL de agua destilada y 100 µL del reactivo Folin-Ciocalteu en un tubo de reacción, se agitó y se dejó reposar durante 6 minutos, luego se agregaron 300 µL de Na₂CO₃ al 20% y se leyó la absorbancia a 760 nm después de una hora en la oscuridad. Los resultados fueron reportados en mg de ácido gálico/100g de muestra, y se empleó ácido gálico para generar la curva de calibración. Es importante destacar que este método permite cuantificar el poder reductor de los compuestos

fenólicos y que los resultados obtenidos pueden variar dependiendo de la cantidad de sólidos y la temperatura a la que se someta la muestra.

- Acondicionamiento

El aditivo (Goma arábica, almidón de arroz y pectina) se incorporó a 300 ml de pulpa fresca de maracuyá de acuerdo con los porcentajes planteados, goma arábica (0,5 – 1,0 y 1,5%), almidón de arroz (0,5, 1,0 y 1,5%) y pectina (0,25 – 0,5 y 0,75%) para cada muestra correspondiente, esto se realizó por triplicado para cada experimento. Sometiendo al almidón y pectina a 75°C para ayudar la solubilidad en la muestra.

- Moldeado

Con la ayuda de una regla se controló la altura de pulpa de maracuyá colocada en un recipiente, hasta obtener el espesor de 1,0 cm.

- Pre-Congelado

Las muestras fueron colocadas en un congelador de la marca Samsung para su proceso de congelación, donde la temperatura de trabajo se reguló a -25°C, durante un tiempo aproximadamente de 14 horas.

- Desmoldado y congelado

El desmoldado se llevó a cabo de manera ágil y manual para evitar que las muestras, recién salidas del congelador, se descongelaran. Una vez desmoldadas, las muestras fueron rápidamente colocadas en los recipientes del liofilizador y se volvieron a congelar durante 40 minutos.

- Liofilizado

El proceso se llevó a cabo en el liofilizador de la marca LABCONCO, modelo 7934042; donde se llevó a presión de trabajo a 0,002 mbar y temperatura dentro del condensador de - 81°C, el tiempo de liofilización fue de 24 horas. Durante el proceso de secado se controló la pérdida de peso.

- Pérdida de peso

La pérdida de peso fue obtenida, pesando los frascos que contenían las muestras, cada media hora hasta completar dos horas, posteriormente cada hora. Para esto, los envases fueron retirados del equipo y pesados en una balanza de precisión

- Determinación de la velocidad de secado

Con los datos obtenidos, se construyeron las curvas de secado (humedad vs, tiempo) y las curvas de velocidad de secado (velocidad de secado vs. Humedad).

$$R = -\frac{L_s}{A} * \frac{dX}{dt} \dots\dots\dots\text{Ecuación (02)}$$

donde:

R: Es la velocidad de secado, medida en kilogramos de agua por hora por metro cuadrado.

Δx : Representa la variación de humedad, adimensional.

Δt : Es la variación de tiempo, medida en horas.

Ls: Es la masa de sólidos secos, medida en kilogramos.

A: Es el área de superficie expuesta al proceso de secado, medida en metros cuadrados.

- Envasado y almacenado

Una vez liofilizadas las muestras se procedieron a colocarlas en su respectivo envase de polietileno, se sellaron de forma rápida, se codificaron y se almacenaron en campanas desecadoras que contenían silica gel para los controles de calidad posteriores.

- Caracterización de la pulpa liofilizada

Durante esta fase del proceso, se llevaron a cabo los análisis de calidad requeridos (Vit. C y polifenoles). Para el análisis sensorial (sabor, color) el polvo de maracuyá liofilizado se diluyó en agua.

- Determinación de la solubilidad

Se colocó 1 gramo de muestra en un vaso precipitado y se agregaron 100 ml de agua destilada para determinar su solubilidad. La mezcla fue agitada durante 5 minutos a temperatura ambiente en un agitador magnético. Luego, la solución resultante se transfirió a dos tubos de centrífuga de 50 ml y se centrifugó durante 5 minutos a 3000 rpm. Se tomó una muestra de 25 ml del líquido sobrenadante para secarla en una cápsula de porcelana hasta obtener un peso constante, lo que se logró después de aproximadamente 48 horas a una temperatura de 65 °C, y se registró el peso final obtenido.

- Análisis del sabor y color (Evaluación sensorial).

Se evaluaron la intensidad del sabor y color sensorialmente, mediante una tabla de intensidad, escala hedónica de 7 puntos (Figura 11). Participaron 14 panelistas no entrenados, que se presenta en el anexo H.

Nombre : JUNIOR ORAL ISUZU Fecha : 20/10/19

Nombre del producto:

Frente a usted hay nueve muestras codificadas de maracuyá liofilizado, las cuales se deben probar una a la vez y marque con una X su juicio sobre cada muestra, en base a su sabor y color.

N°	Escala	muestras																	
		Sabor									Color								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
7	Me gusta mucho						✓								✓				
6	Me gusta bastante							✓		✓			✓	✓		✓		✓	
5	Me gusta ligeramente	✓				✓			✓									✓	
4	Ni me gusta ni me disgusta	✓	✓									✓		✓					
3	Me disgusta ligeramente			✓									✓						
2	Me disgusta bastante				✓														
1	Me disgusta mucho																		

Comentarios: Se dio mejor sabor, el color no intenso por ser muy ácido y un sabor que no sea muy ácido.....

¡MUCHAS GRACIAS!

Figura 11. Fichas utilizadas para la evaluación sensorial

c). Métodos de Control

- Determinación de la curva de calibración de Ácido Gálico

Se utilizó la metodología descrita por Rodríguez et al. (2009) como referencia. Se procedió a preparar una curva de calibración utilizando un estándar de ácido gálico con concentraciones desde 0.01 hasta 0.000625 mg/mL. A partir de una solución patrón de ácido gálico de 2 mg/mL, se realizaron diluciones utilizando agua destilada para obtener las concentraciones mencionadas anteriormente.

Para llevar a cabo este proceso, se colocaron 20 µL de la solución patrón en diferentes viales protegidos de la luz. A cada vial se le añadieron 100 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu, se agitaron y posteriormente se agregaron 300 µL de carbonato de sodio al 20%. La mezcla se completó a un volumen final de 2 mL utilizando agua destilada y se dejó

reposar durante 2 horas. Finalmente, se realizó la lectura en un espectrofotómetro UV a una longitud de onda de 760 nm. El blanco utilizado tuvo los mismos componentes, excepto la presencia de ácido gálico. En la siguiente *Tabla 10*, se observa los valores que se obtuvieron de la absorbancia respecto a las diferentes diluciones de ácido gálico al 20% (Figuras 12 y 13).

Tabla 10

Absorbancia del estándar de ácido gálico a 760 nm.

Dilución	Concentración de Ácido gálico (mg/ml)	Acido gálico (ul)	H2O dest. (ul)	Reactivo FOLIN (ul)	Carbonato de Sodio 20% (ul)	Absorbancia a 760 nm
1	0.01	20	1580	100	300	1.175
2	0.005	20	1580	100	300	0.567
3	0.0025	20	1580	100	300	0.296
4	0.00125	20	1580	100	300	0.155
5	0.000625	20	1580	100	300	0.080
6	BLANCO	0	1580	100	300	0

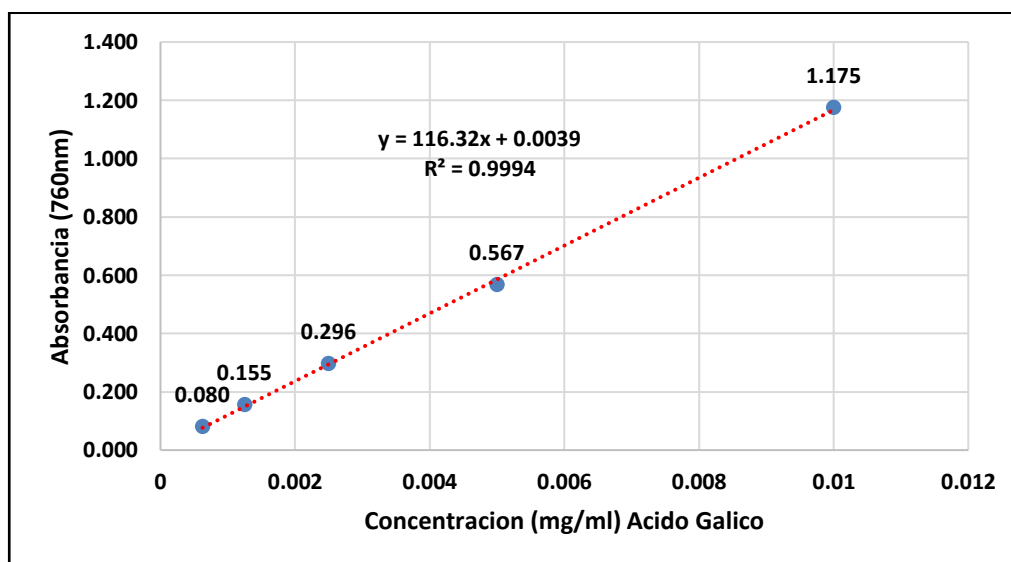


Figura 12. Curva de calibración del ácido gálico



Figura 13. Lectura de la absorbancia a 760 nm

- Determinación de la curva de calibración de Ácido ascórbico

Se siguió la metodología utilizada por (Rosales et al., 2015). Se llevó a cabo la preparación del colorante 2,6 diclorofenolindofenol en una fiola de 100 ml de capacidad. Se pesaron 0,1 g de la sal en un entorno oscuro y luego se añadió agua destilada hasta alcanzar los 100 ml. La solución se diluyó manualmente mediante movimientos circulares durante cinco minutos y luego se sometió a un baño maría con ultrasonido a una temperatura de 25°C durante 15 minutos.

Posteriormente, se prepararon las combinaciones necesarias utilizando micropipetas para obtener las absorbancias indicadas en la Tabla 11, se utilizaron solución de ácido ascórbico y 2,6 diclorofenolindofenol. Estas combinaciones se analizaron en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 515 nm. Una vez registrados los datos de absorbancia, se transfirieron a Excel para graficar una curva y generar una ecuación que permitiera sustituir los datos de absorbancia obtenidos a través del espectrofotómetro con nuestras muestras. (Figura 14).

Tabla 11

Absorbancia del estándar de ácido ascórbico a 515 nm.

<i>Dilución</i>	<i>Concentración de Ácido ascórbico (mg/ml)</i>	<i>Ácido Ascórbico</i>	<i>Absorbancia a 515 nm</i>
1	1	25	1.0
2	0.66	30	1.1
3	0.429	35	1.2
4	0.25	40	1.3

5	0.111	45	1.4
6	0.053	47.5	1.5
7	0.021	48.75	2

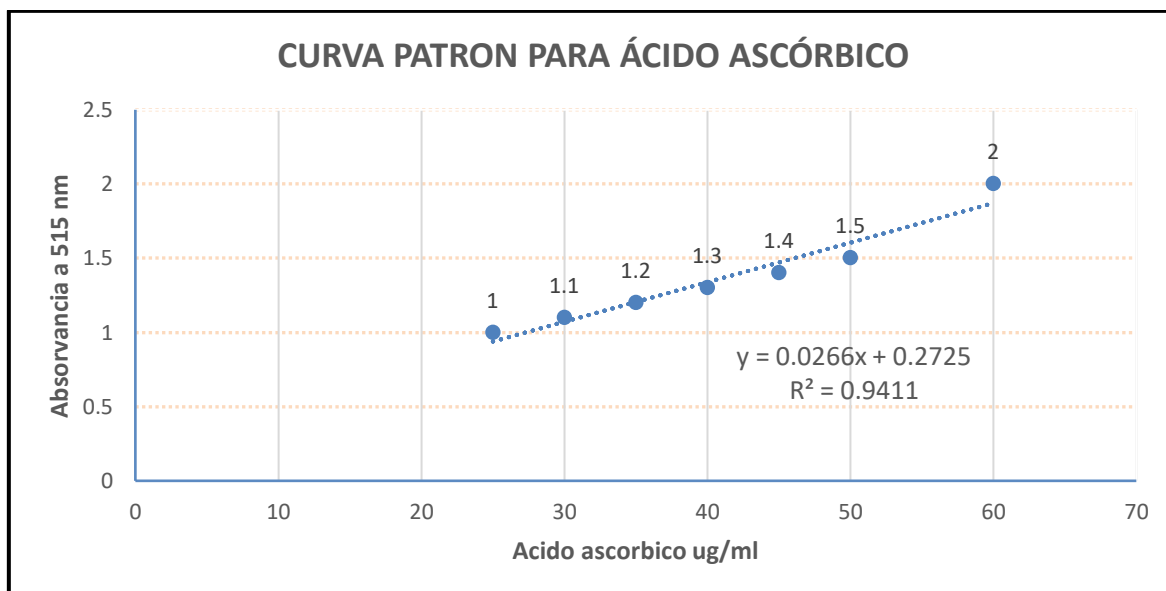


Figura 14. Curva de calibración del ácido ascórbico.

- **Preparación de la muestra para determinar la vitamina C.**

Se obtuvieron 12 ml de jugo de maracuyá, los cuales fueron sometidos a una centrifuga de la marca Boeco modelo c-28A durante 15 minutos a una velocidad de 6000 rpm. El propósito de este proceso fue separar las partículas pesadas y los azúcares, lo cual facilitaría la medición de la vitamina C. Una vez finalizada la centrifugación, la muestra se transfirió al espectrofotómetro y, utilizando micropipetas, se preparó la mezcla adecuada entre la muestra y la solución de 2,6 diclorofenolindofenol en proporción 5:5.

En el caso del maracuyá liofilizado y su análisis de vitamina C, se pesó 1 g de muestra liofilizada en un vaso precipitado de 250 ml de capacidad. Luego, se agregó agua destilada hasta alcanzar un volumen total de 50 ml. Para lograr una buena dilución de la muestra con el agua destilada, se utilizó un agitador magnético de la marca Cat modelo M5 durante 10 minutos a una velocidad de 700 rpm. Una vez diluida la muestra en un tubo de plástico de 15 ml de capacidad, se añadieron 12 ml de la muestra diluida para ser centrifugados durante 10 minutos a una velocidad de 6000 rpm, en preparación para el posterior análisis de vitamina C.

d) Diagrama de flujo para la cuantificación de fenoles totales a partir de la pulpa fresca de maracuyá por espectrofotometría UV/VIS.

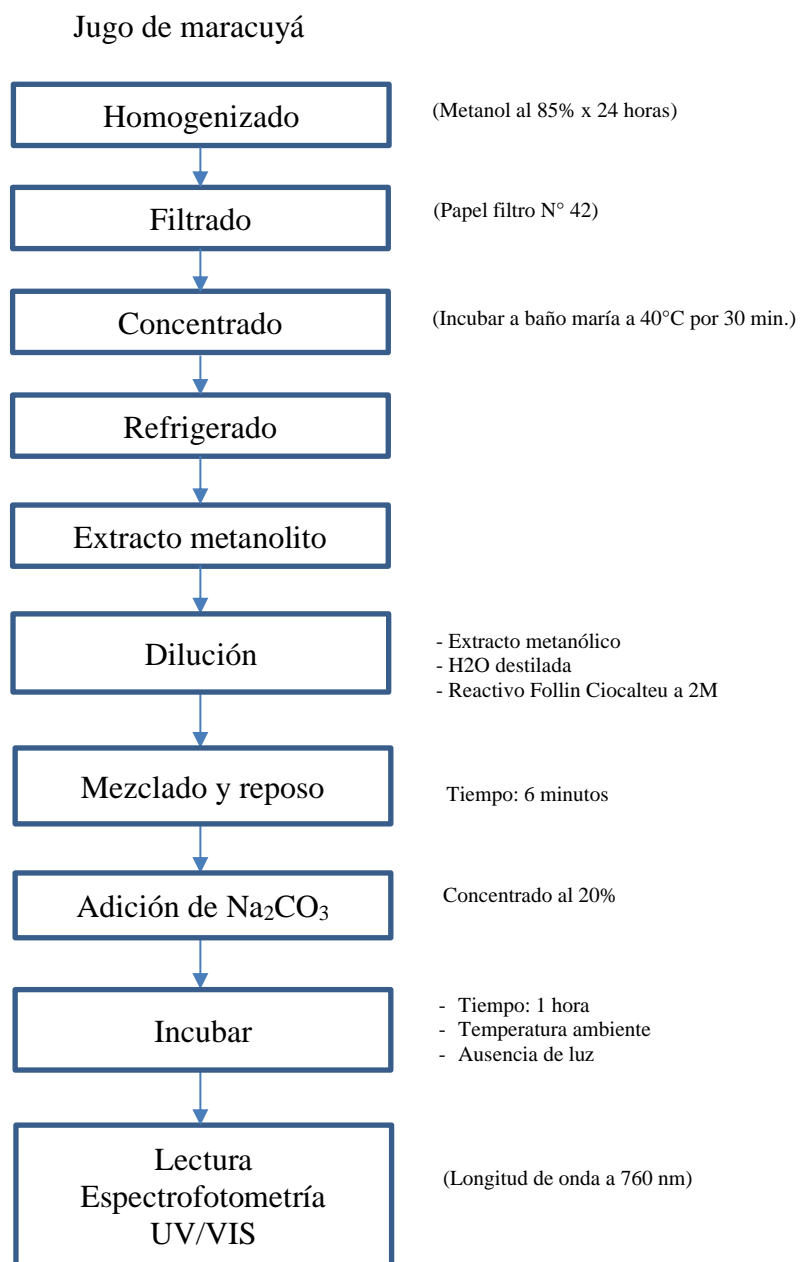


Figura 15. Diagrama de flujo para la cuantificación de fenoles totales a partir de la pulpa fresca de maracuyá

- Descripción de los procesos para la obtención de extracto metanólico a partir del jugo de Maracuyá, para la obtención del contenido de polifenoles.

Para la preparación de la muestra, se tomaron 20 ml de jugo de maracuyá y se homogenizo en metanol a concentración del 85 %, luego se filtró y evaporó el filtrado sometiéndolo en baño maría a una temperatura no mayor a 40°C, con la finalidad de liberar el metanol presente en la muestra, hasta obtener un concentrado, obteniendo así nuestro extracto metanólico que luego se conservaron en refrigeración.

- Descripción para la determinación de fenoles totales en pulpa fresca de maracuyá por el método de Folin- Ciocalteu.

Se utilizó el método de Folin-Ciocalteu para determinar el contenido de fenoles totales. Este método se basa en la capacidad reductora de los compuestos fenólicos sobre el reactivo Folin-Ciocalteu, como resultado, se produce la formación de un complejo azul que se cuantifica a una longitud de onda de 760 nm. mediante un espectrofotómetro.

Se combinaron 80 μL de extracto metanólico, 1520 μL de agua destilada y 100 μL del reactivo Folin-Ciocalteu en un tubo de reacción. Después de agitar la mezcla, se dejó reposar durante 6 minutos. Luego, se añadieron 300 μL de Na_2CO_3 al 20% y se permitió que la reacción ocurriera en la oscuridad durante una hora. Después de transcurrido ese tiempo, se midió la absorbancia de la muestra a una longitud de onda de 760 nm.

Para establecer la curva de calibración, se utilizaron soluciones de ácido gálico con una concentración de 20 μL . Los resultados obtenidos se expresaron en mg de ácido gálico por cada 100 g de jugo fresco de maracuyá.

e) Diagrama de flujo para la determinación de fenoles totales en pulpa liofilizada de maracuyá por el método de Folin- Ciocalteu.

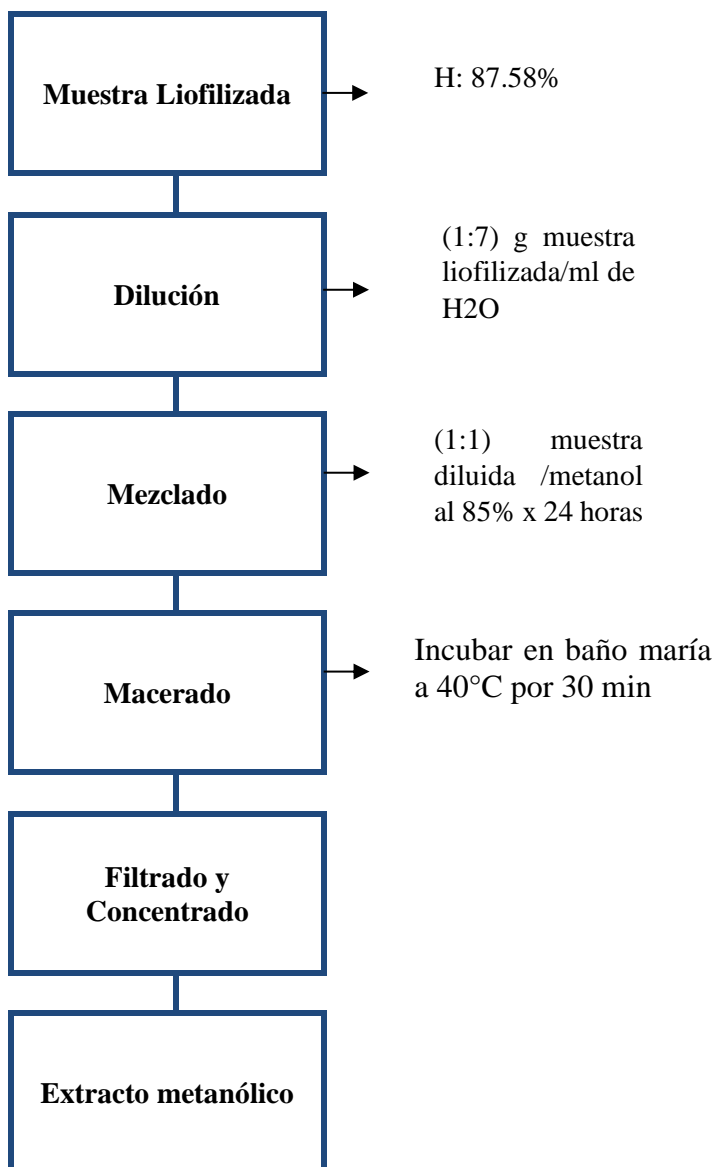


Figura 16. Diagrama de flujo para la determinación de fenoles totales en pulpa liofilizada de maracuyá

- Descripción para la determinación de fenoles totales en pulpa liofilizada de maracuyá por el método de Folin- Ciocalteu.

A diferencia del proceso utilizado para la pulpa fresca de maracuyá, en este caso se tomaron 2,5 gramos de muestra liofilizada, los cuales fueron disueltos en 17,5 ml de agua destilada, agitados en un agitador magnético y centrifugados a 6000 rpm durante 15 minutos. Posteriormente, se mezclaron 10 ml de la muestra disuelta con 10 ml de etanol al 85% y se dejó reposar durante 24 horas, tras lo cual se filtró para obtener el

extracto metanólico. Para determinar el contenido de fenoles totales se llevó a cabo el mismo procedimiento que se utilizó para la pulpa fresca de maracuyá.

f) Determinación de la solubilidad en agua

Se utilizó el método descrito por Eastman y Moore (1984) y modificado por Cano et al. (2005) para evaluar la solubilidad. Se tomó una muestra de 1 gramo y se agregó a 100 mL de agua destilada, agitándola vigorosamente durante 5 minutos. Posteriormente, la solución se transfirió a tubos de ensayo y se centrifugó a 3000 rpm durante 5 minutos. Se tomó una alícuota de 25 mL del líquido sobrenadante y se trasladó a crisoles previamente secados y pesados. Los crisoles con la alícuota se secaron en una estufa a 105°C durante 24 horas. El porcentaje de solubilidad se determinó a partir de la diferencia de peso entre el crisol vacío y el crisol con la muestra seca.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización del fruto de maracuyá (*Passiflora edulis*)

3.1.1. Análisis físico del fruto del maracuyá (*Passiflora edulis*)

En la Tabla 12 se observan los valores medios de la caracterización biométrica de los frutos de maracuyá, que, con lo mencionado por (Ocampo et al., 2013). Existe una alta desviación estándar y coeficiente de variación.

Tabla 12

Variables cuantitativas medidas en la caracterización de frutos de maracuyá.

Variables	Valores
Peso de fruto (g)	219.05±10.52
Longitud de fruto (mm)	85.39±13.01
Diámetro del fruto (mm)	79.89±11.18
Porcentaje de pulpa (%)	25.10±5.38
Peso de la cáscara (g)	127.26±5.02
Peso de la semilla (g)	36.80±8.55

El rendimiento de la pulpa representó un 25,1% de peso de la fruta de maracuyá, menor a lo reportado por García (2009) que manifiesta que obtuvo de 36%, esto se debe principalmente a la variedad, ecotipo utilizado en la investigación o al método de pulpeado entre otros factores.

3.1.2. Análisis químico del fruto del maracuyá (*Passiflora edulis*)

Los resultados de las pruebas químicas realizadas en la pulpa fresca de maracuyá se encuentran resumidos en la Tabla 13. Se obtuvo lo siguiente: 4,31 % de acidez cítrica, 2,73 de pH, 14,85 °Brix y 82.95% de humedad, asimismo García (2009) también informó valores similares a los encontrados en este estudio, quien obtuvo 2,9 – 5,0% de acidez, 2,8 – 3,3 de pH, 12,5 – 18,0% sólidos solubles y 85,9% de humedad. Estos valores encontrados en la pulpa fresca de maracuyá con respecto al pH son debido al efecto amortiguador del ácido

ascórbico (Menéndez, 2006), La reducción en la cantidad de sólidos solubles se puede atribuir a la descomposición del almidón en azúcares reductores o a su transformación en ácido ascórbico. en varios estados de madurez (Torres et al., 2013).

Tabla 13

Análisis físico químico de la pulpa de maracuyá

Característica	Cantidad
Ph	2,73±0.25
Solidos solubles totales (Brix)	14,85±0.05
Acidez (% ácido cítrico)	4,31±1.10
Humedad (%)	82.95±0.09

3.1.3. Análisis químico proximal del jugo fresco de maracuyá (*Passiflora edulis*)

Se realizó un análisis de composición proximal que incluyó la determinación del contenido de humedad, cenizas, proteínas, grasa, fibra y carbohidratos, tal y como se indica en detalle en la Tabla 14.

Tabla 14

Análisis proximal del jugo de maracuyá

Componente	Concentración (%)	Concentración (%) materia seca (<i>USDA Nutrient Data Laboratory 2012</i>)
Humedad	82.55	85,7
Proteína	2	1,5
Grasa	0.85	0,5
Cenizas	0.1	0,7
Fibra	0.3	0,2
Carbohidratos	14.2	11,4

Se puede observar en la *Tabla 14*, el resultado obtenido del análisis proximal, realizados al jugo fresco de maracuyá (*Passiflora edulis*), que se aproximan a los datos obtenidos por la *USDA Nutrient Data Laboratory (2012)*.

3.1.4. Variación del color durante la liofilización.











En la Tabla 15 se observa la variación de los valores de L^* , a^* y b^* , se encontraron diferencias entre la pulpa fresca sin aglomerantes y la pulpa liofilizada con adición de aglomerantes (goma arábica, almidón de arroz y pectina). En la tabla se presentan valores más bajos del parámetro L^* , el cual indica la variación de color entre el negro y el blanco. Donde el valor 0 representa el color negro, mientras que un valor de 100 representa el color blanco.

Este resultado de L^* se debe, posiblemente, al aumento de sólidos solubles, las diluciones y al cambio de la composición sufrida al jugo original que se encuentra directamente relacionada con la reflexión que ejerce al ser analizado. Para los parámetros a^* y b^* , de igual manera, mostraron una disminución, posiblemente debido a una degradación de los β -carotenos que brindan la coloración amarilla al maracuyá.

También se observa que el IC^* presenta valores positivos que oscilan entre 7,59 a 14,39 (Tabla 15), esto debido a la variación en las concentraciones y tipos de aglomerante; de acuerdo con lo mencionado por (Vignoni et al. 2006), el índice de color IC^* se utiliza como una variable para controlar la calidad sensorial de los alimentos. Cuando el IC^* es positivo (+2 a +20), se relaciona con colores que van desde el amarillo pálido hasta el naranja intenso. El ANVA (Anexo N) indicó que el tipo de aglomerante influyó en forma significativa ($P < 0.001$) en el valor L^* , mientras que la concentración no ($P > 0.05$); sin embargo, la concentración de los aglomerantes y la interacción, tipo de aglomerante y concentración, mostraron influencia altamente significativa ($P < 0.0001$) en el parámetro a^* , no así el factor tipo de aglomerante. El parámetro b^* fue influenciado significativamente ($P < 0.001$) por los factores estudiados y por su interacción,

Tabla 15

Variación del color durante la liofilización de la pulpa fresca y liofilizada en los diferentes tratamientos

Tipo de Aglomerantes	Concentración de aglomerantes (%)	L*	a*	b*	IC	Color
Pulpa fresca		70.13	17.32	40.52	7.85	
Goma arábica	0.5	46.50ba	10.14b	16.52c	13.20bac	
	1	38.07b	16.01a	29.22ba	14.39a	
	1.5	37.68b	15.09a	29.24ba	13.69ba	
Almidón de arroz	0.5	54.51a	14.56a	29.89a	8.94dec	
	1	51.11ba	14.65a	24.04b	11.93bdac	
	1.5	58.79a	14.51a	32.52a	7.59e	
Pectina	0.25	50.07ba	14.11a	28.22ba	9.98bdec	
	0.5	56.43a	16.02a	32.99a	8.60de	
	0.75	51.87ba	13.62a	27.47ba	9.56dec	

Medias seguidas de la misma letra en la columna no se diferencian por la prueba de tukey al 5% de probabilidad

La variación de la coloración de la pulpa deshidratada con los diferentes tratamientos se debe generalmente al deterioro de los polifenoles derivados de ácidos hidroxicinámicos que afectan indirectamente de modo negativo a la calidad sensorial (color), estos compuestos pueden experimentar oxidación a través de las enzimas oxidativas presentes de forma natural en los tejidos vegetales. Esta reacción produce la formación de polímeros de color marrón, los cuales no siempre son deseables en el producto final (Tomás y Espín, 2001).

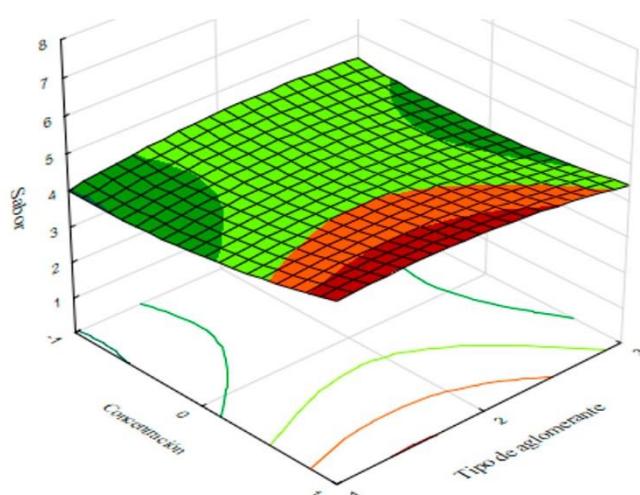
3.1.5. Análisis sensorial del producto liofilizado

En la Figura 17, se muestra el gráfico del sabor en función de la concentración y tipo de aglomerante, en donde se observa que las variables en estudio no influyen, mostrándose un plano casi horizontal, así mismo El ANVA confirma esta apreciación de no influencia significativa ($P > 0.05$) (ver Anexo H) de los factores estudiados. Por tanto, el sabor es independiente de la

cantidad (en los niveles estudiados) y tipo de aglomerante utilizado en este estudio. Este resultado significa que, cuando aumento la concentración (en los niveles estudiados) de los tres tipos de aglomerante el sabor no cambia. Esta homogeneidad en los resultados ocurrió, posiblemente, debido a los panelistas no entrenados, aparentemente los tratamientos no tuvieron sabores marcantes. Además, los valores de las medias de los mínimos cuadrados (ver Anexo H), indica que el tratamiento donde se adicionó goma arábica al 1.5% fue el más sobresaliente.

En la Figura 18, se muestra el gráfico del color en función de la concentración y tipo de aglomerante, se observa que a medida que se incrementa la concentración del aglomerante 3 (pectina), disminuye la aprobación del color. Además, se observa que a medida que se incrementa la concentración del aglomerante 1, aumenta la aprobación del color, pero sin embargo haciendo el análisis estadístico ninguno de los factores influyó significativamente en el color ($P > 0.05$) (Ver anexo I).

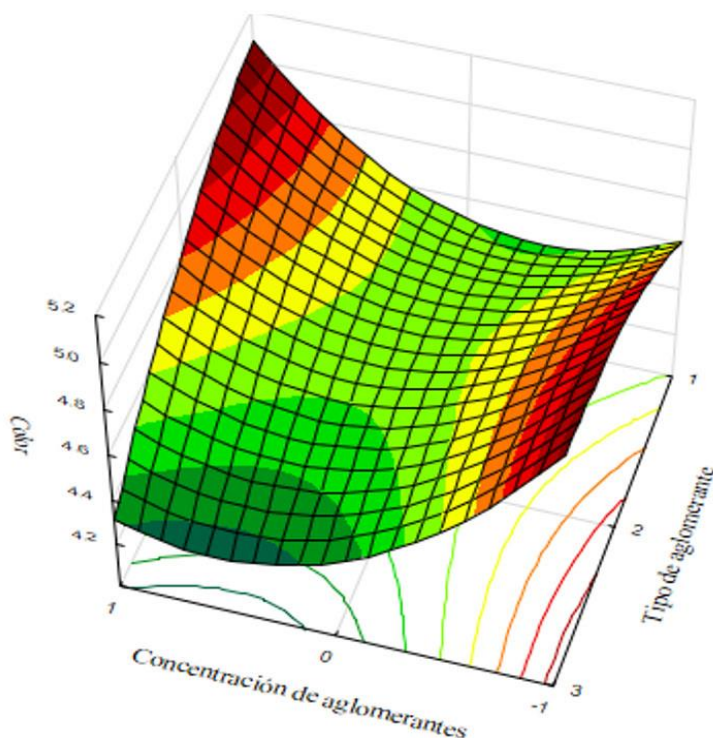
El resultado obtenido puede ser explicado por lo mencionado por Baduí (2006), quien menciona que la goma arábica (aglomerante) es un agente de encapsulación que tiene un efecto sobre la muestra y permite atomizar las partículas de los cristales de hielo durante la congelación lográndose así mejorar procesos de sublimación óptima y, por consiguiente, mejoras en las características del producto final, este resultado podemos observar en la Figura 17, la conservación de sabor se expresa mejor con el uso de la goma arábica y en la Figura 18 el color se conserva mejor con la pectina y goma ambas a la máxima cantidad de aglomerante.



Leyenda:

Tipo de aglomerante	Concentración		
	-1	0	1
1 Goma arábica	0,5	1,0	1,5
2 Almidón de arroz	0,5	1,0	1,5
3 Pectina	0,25	0,5	0,75

Figura 17. Respuesta a la interacción de la concentración y tipo de aglomerante en el sabor de la pulpa liofilizada de maracuyá.



Leyenda:

	Tipo de aglomerante	Concentración		
		-1	0	1
1	Goma arábica	0,5	1,0	1,5
2	Almidón de arroz	0,5	1,0	1,5
3	Pectina	0,25	0,5	0,75

Figura 18. Respuesta a la interacción de la concentración y tipo de aglomerante en el color de la pulpa liofilizada de maracuyá.

A pesar de que no existe diferencia entre los tratamientos ($P > 0.05$) (Anexo I). Se observa que a mayor concentración del aglomerante goma arábica, el color tiende a aumentar y que la inclusión de la pectina, tiende a disminuir cuando se aumenta la concentración, obteniéndose un mejor color con la aglomerante goma arábica.

3.2. Solubilidad de la pulpa liofilizada de maracuyá

En la Figura 19 se observa que existe influencia del tipo de aglomerante, notándose mayor solubilidad cuando se utilizó goma arábica. El análisis de varianza indicó también influencia significativa ($P < 0.05$) de la concentración de aglomerante observándose que, a menor concentración, menor solubilidad.

No se encontró evidencia significativa de interacción entre los factores evaluados ($P > 0.05$), como se indica en el Anexo L. Sin embargo, en la Tabla 16 se puede observar que el aumento de la concentración del aglomerante no se correlaciona con un aumento en la solubilidad, lo cual contrasta con lo reportado por Vargas (2015), quien sugirió que la solubilidad aumenta a medida que aumenta la concentración del soluto en el rango estudiado. En este caso, se encontró que, aunque la goma arábica tiene una alta capacidad de

hidratación debido a sus numerosos grupos OH que forman puentes de hidrógeno con las moléculas de agua, lo que produce moléculas esféricas que favorecen la solubilidad del producto, su concentración no tiene un efecto significativo en la solubilidad obtenida, sino que permanece constante (López et al., 2009).

Es importante mencionar que la goma arábica presenta una alta solubilidad ($67,61 \pm 0,26$) en comparación con el almidón de arroz y la pectina, esto se debe principalmente a las propiedades intrínsecas de la goma arábica, tales como su alta capacidad de disolverse en agua hasta un 50% y su baja viscosidad. A diferencia de otras gomas, las soluciones de goma arábica muestran un comportamiento newtoniano hasta concentraciones del 40%. Sin embargo, a medida que se aumenta la concentración, se observa un comportamiento pseudoplástico típico de la mayoría de las gomas, según lo indicado por Badui (2006).

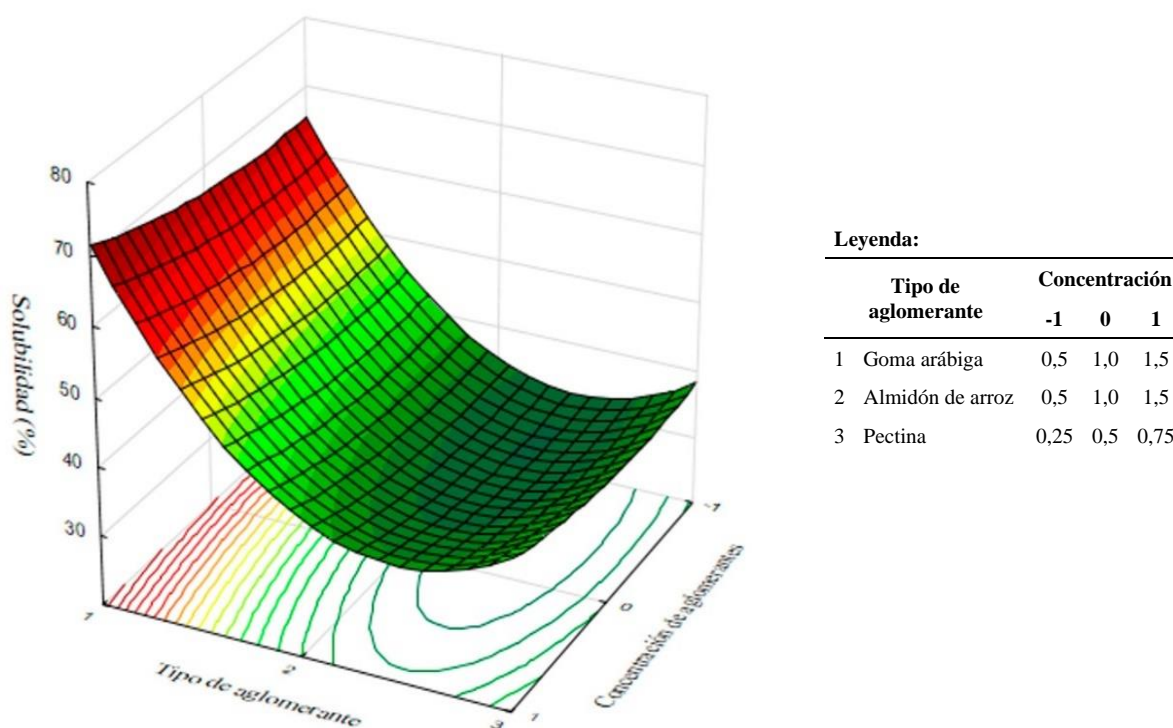


Figura 19. Variación de la solubilidad de la pulpa liofilizada del maracuyá

Tabla 16*Solubilidad del agua del producto final de la pulpa liofilizada de maracuyá*

Tipo de aglomerante	Concentración de aglomerante (%)	Solubilidad (%)
G ₁	0.50	65.67±0.46
G ₂	1.00	67.05±0.12
G ₃	1.50	70.7±0.22
A ₁	0.50	34.31±0.12
A ₂	1.00	34.04±0.14
A ₃	1.50	42.09±0.17
P ₁	0.25	38.74±0.09
P ₂	0.50	38.32±0.07
P ₃	0.75	40.67±0.06

3.3. Influencia de la concentración de tres aglomerantes en el contenido de vitamina C y Polifenoles del polvo deshidratado de maracuyá obtenido por liofilización

Los resultados, en la Tabla 17, muestran las diferencias altamente significativas (Anexos A, B, C y D) entre los tratamientos y los factores tienen un efecto directo en el contenido de los fenoles totales y el ácido ascórbico durante el liofilizado. El contenido de fenoles totales en la pulpa fresca fue superior a la pulpa liofilizada, debido a una degradación de los fenoles totales a la oxidación enzimática y que fueron más sensibles a lo largo de la liofilización (Urrea et al., 2012).

Aulis et al. (2014), cuantificaron polifenoles totales en el jugo de maracuyá fresco y centrifugado y encapsulado con almidón de papa y sometido a liofilización, obtuvieron 617.66±8.5 y 207.6±5.6 mg ácido gálico/100g de muestra respectivamente y en vitamina C 686.81±23.32 y 374.73±9.37 mg de ácido ascórbico/100g en el mismo tenor. Al comparar nuestros resultados, éstos se encuentran por encima a lo mencionado por el autor como se observa en la Tabla 18.

Tabla 17

Variación de los fenoles totales y ácido ascórbico antes y después del liofilizado de la pulpa de maracuyá.

Tipo de aglomerante	Concentración de aglomerante (%)	Fenoles totales (mg GAE/g)		Ácido ascórbico (mg/mL)	
		Pulpa fresca	Liofilizado	Pulpa fresca	Liofilizado
Sin aglomerante		59.985±0.56 H =82.95% (b.s.)		27.821±1.03	
Goma arábica	0.50	51.582cb	27.966a	27.726b	27.583ba
	1.00	47.412d	28.404a	27.559b	23.696c
	1.50	61.210a	32.127a	27.690bc	29.426a
Almidón de arroz	0.50	53.516b	22.206b	27.595dc	25.634c
	1.00	49.970cbd	20.736cb	27.548d	26.802bac
	1.50	49.733cbd	22.748b	27.857a	29.497a
Pectina	0.25	45.972ed	22.524b	27.797ba	28.415ba
	0.50	49.003cd	20.787cb	27.762ba	28.261ba
	0.75	43.049e	17.589c	27.785d	28.392ba

Medias con la misma letra en la columna no difieren según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

También se observa que la goma arábica cuenta con mayor capacidad de conservar los fenoles totales en la pulpa fresca y liofilizada, mientras que la pectina conservó el ácido ascórbico, sin embargo, los resultados fueron inferiores al jugo de maracuyá sin liofilizar. Cortez et al. (2018) afirma que la vitamina C (AA) y los fenoles totales tienen una rápida reacción en condiciones ácidas (pH = 3) y a la oxidación sufrida durante proceso de liofilización, donde el alimento se congela rápidamente para someterse a la sublimación, lo que resulta en la pérdida de polifenoles debido a la degradación oxidativa.

Tabla 18

Influencia del tipo de aglomerante en los contenidos de fenoles totales y ácido ascórbico antes y después del liofilizado.

Tipo de aglomerante	Fenoles totales (mg GAE/g)		Ácido ascórbico (mg/mL)	
	Pulpa fresca	Liofilizado	Pulpa fresca	Liofilizado
Goma arábica	53.402a	29.499a	27.781a	27.356a
Almidón de arroz	51.073b	21.897b	27.666b	27.311ba
Pectina	46.008c	20.300b	27.659b	26.902b

Medias con la misma letra en la columna no difieren según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

El tipo de aglomerante en la Tabla 18, la goma arábica demostró menor pérdida de fenoles totales y ácido ascórbico (ver Anexo A y B), esto se debe a las propiedades

antioxidantes, lo que ayuda a proteger los alimentos liofilizados contra la oxidación y deterioro del producto se debe principalmente a la exposición al oxígeno y a la naturaleza compacta y alta solubilidad en agua (hasta 50%), lo que resulta en baja viscosidad. A diferencia de otras gomas, la goma arábica muestra un comportamiento newtoniano hasta concentraciones del 40%, pero a medida que la concentración aumenta, adquiere características pseudoplásticas comunes a la mayoría de las gomas (Badui, 2006).

Tabla 19

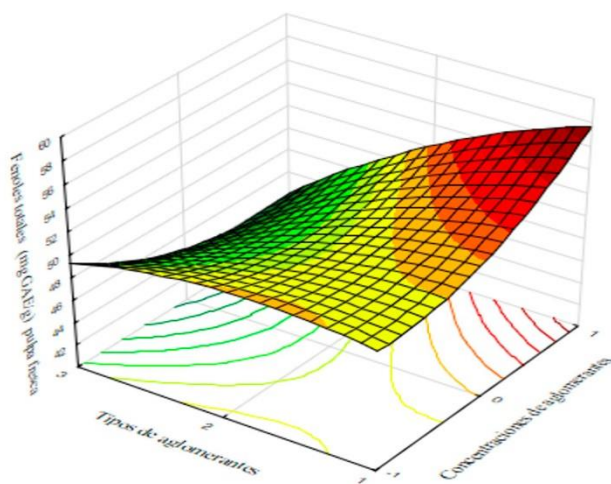
Humedad antes y después del liofilizado de la pulpa de maracuyá.

Tipo de aglomerante	Concentración de aglomerante (%)	Porcentaje de Humedad	
		Pulpa fresca	Liofilizado
Sin aglomerante		H =87.58% (b.h.)	
Goma arábica	0.5	86.51	10.69
	1	86.24	11.06
	1.5	86.11	12.58
Almidón de arroz	0.5	86.97	8.43
	1	86.59	8.222
	1.5	86.32	8.701
Pectina	0.25	87.02	6.3
	0.5	86.72	7.78
	0.75	86.25	7.46

En la Tabla 19, se observa los porcentajes de humedad de la pulpa fresca y después del proceso de liofilizado durante 24 h (ver Anexo E, F y G), donde se observa un alto contenido de humedad, siendo el aglomerante goma arábica quien mostró mayor porcentaje en relación con los demás tratamientos con almidón y pectina, esto se debe probablemente a que el registro de pesos fue de forma manual, ya que el tiempo que lleva retirar el producto de la cámara de liofilización, luego pesarlo manualmente y volver a colocarlo, puede aumentar el tiempo total del proceso de liofilización y permitir que el producto absorba más humedad del ambiente circundante. Este proceso manual permite que el producto esté expuesto a temperaturas y humedad ambiental durante períodos más prolongados, lo que puede contribuir a la degradación de los componentes sensibles de la fruta maracuyá (vitamina C

y Polifenoles). Además, el proceso de pesaje manual puede resultar en una medición menos precisa del peso del producto, y por lo tanto, de la cantidad de agua eliminada durante la liofilización.

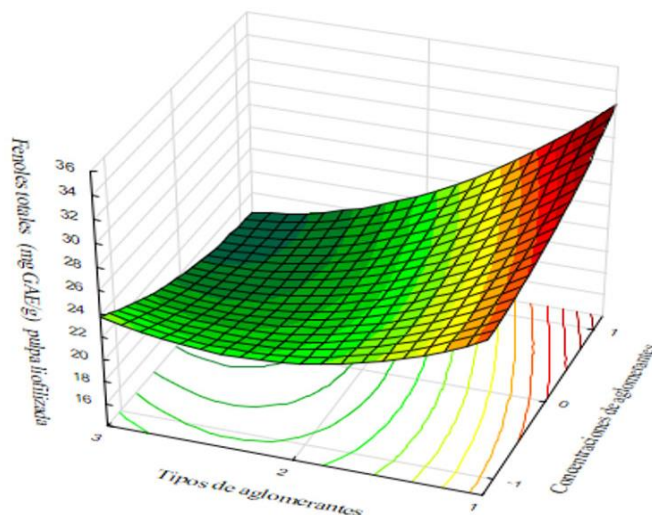
En la Figura 20 se presenta la concentración de fenoles totales de la pulpa de maracuyá antes del liofilizado y en la Figura 21, después del liofilizado, en ambas figuras se observa que el aglomerante goma arábica conservo mejor el contenido de fenoles totales en comparación con el aglomerante pectina, que al aumentar la concentración disminuyó el contenido de fenoles totales en la muestra antes y después de liofilizar. Lo que no sucedió con la concentración de 1,5% de goma arábica (aglomerante) alcanzando la máxima concentración de fenoles totales.



Leyenda:

	Tipo de aglomerante	Concentración		
		-1	0	1
1	Goma arábica	0,5	1,0	1,5
2	Almidón de arroz	0,5	1,0	1,5
3	Pectina	0,25	0,5	0,75

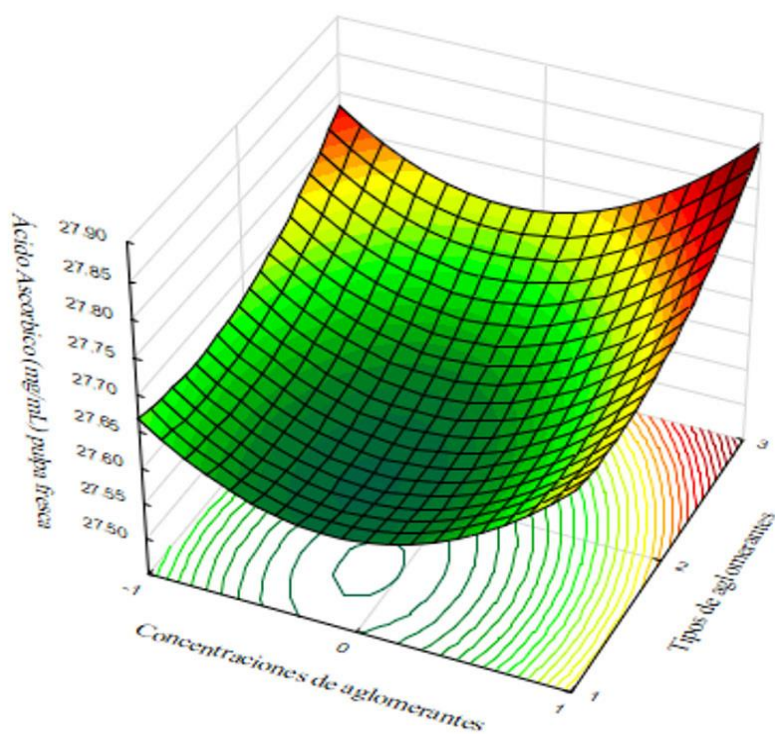
Figura 20. Concentración de fenoles totales antes del liofilizado



Leyenda:

	Tipo de aglomerante	Concentración		
		-1	0	1
1	Goma arábica	0,5	1,0	1,5
2	Almidón de arroz	0,5	1,0	1,5
3	Pectina	0,25	0,5	0,75

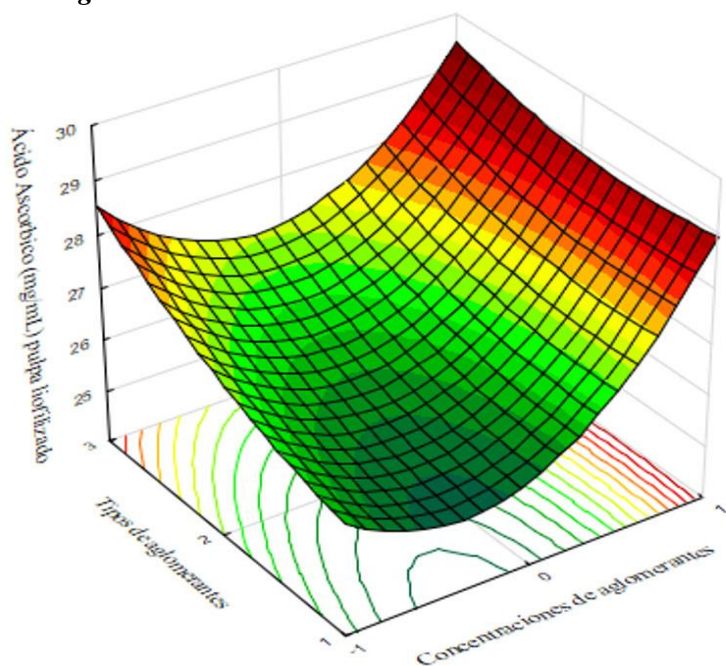
Figura 21. Concentración de fenoles totales después del liofilizado



Leyenda:

	Tipo de aglomerante	Concentración		
		-1	0	1
1	Goma arábica	0,5	1,0	1,5
2	Almidón de arroz	0,5	1,0	1,5
3	Pectina	0,25	0,5	0,75

Figura 22. Concentración de ácido ascórbico antes del liofilizado de la pulpa de maracuyá



Leyenda:

	Tipo de aglomerante	Concentración		
		-1	0	1
1	Goma arábica	0,5	1,0	1,5
2	Almidón de arroz	0,5	1,0	1,5
3	Pectina	0,25	0,5	0,75

Figura 23. Concentración de ácido ascórbico de la pulpa de maracuyá liofilizada

Según las Figuras 22 y 23, se puede observar que la conservación del ácido ascórbico no fue afectada por el tipo de aglomerante utilizado, pero sí se vio influenciada por la concentración. Los resultados indican que a medida que la concentración se incrementó, se observó un aumento en el contenido de ácido ascórbico en los niveles analizados. Barros

(2012), menciona que a medida que se aumenta la concentración de pectina, se obtiene una textura más fuerte debido a la presencia de calcio, que forma geles de mayor elasticidad. Esto significa que se necesita una mayor fuerza de compresión para obtener una textura más sólida, siempre y cuando exista una cantidad considerable de pectina (Urias et al., 2009). La conversión de las pectinas en amidas mediante el proceso de amidación con amoníaco puede generar geles más fuertes debido a la formación de enlaces de hidrógeno con los grupos amida (Alves, 2004).

3.4. Influencia de la concentración de tres encapsulantes en la cinética de secado, por liofilización de jugo de maracuyá

En la Figura 24 se presentan las curvas de secado correspondientes a los 9 tratamientos, donde se pueden apreciar que los tratamientos con adición de pectina presentaron mayor velocidad de secado, mayor pendiente, observándose, por ejemplo, que a las 06:0 h de secado, la pulpa con adición de 0,75% de pectina tuvo menor contenido de humedad. Podría señalarse, además, que la velocidad de secado fue mayor cuando se adicionó pectina, seguida de la pulpa con adición de almidón de arroz y por último cuando se adicionó goma arábica. Esto, posiblemente se debió a la diferente interacción del aglomerante con los componentes de la pulpa.

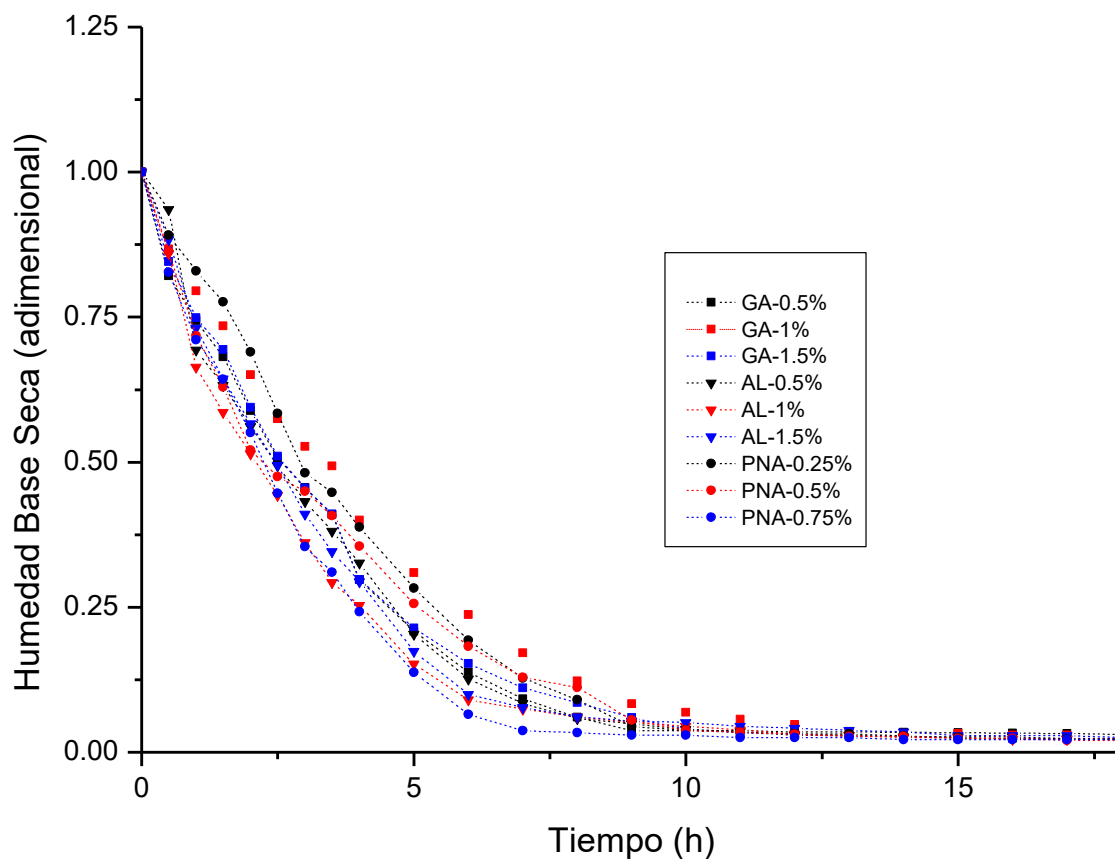


Figura 24. Cinética de pérdida de humedad en nueve tratamientos

Las curvas de secado presentaron una tendencia normal que caracterizan todos los productos, que incluye una región de secado de alta velocidad seguida de una tasa decreciente, donde la primera región se caracteriza por una pendiente pronunciada y un punto de inflexión aproximado correspondiente a una humedad de 0,15 bs. En la segunda región, la velocidad de secado disminuye rápidamente, lo cual coincide con lo informado por (Brooker et al., 1992) sobre productos agrícolas.

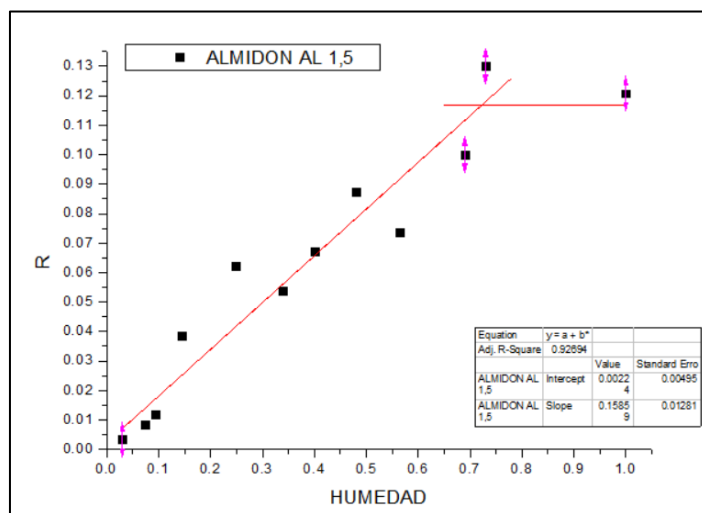
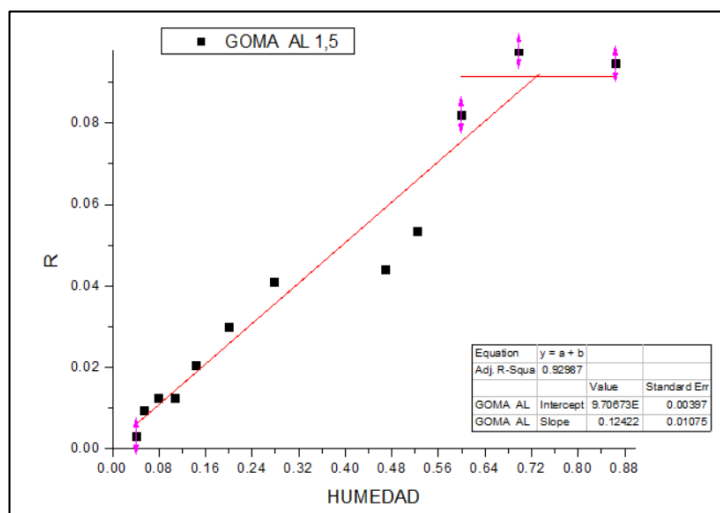
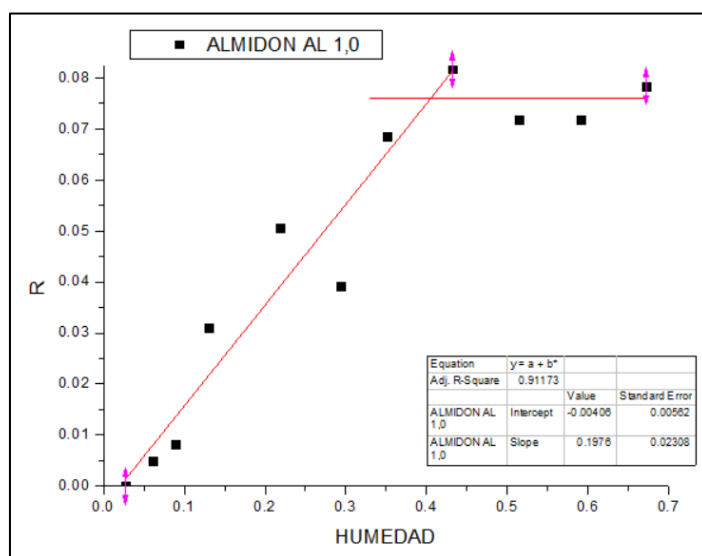
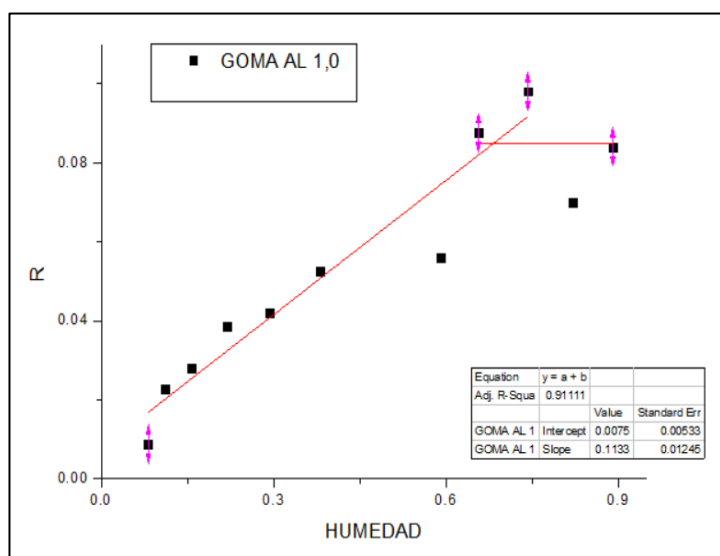
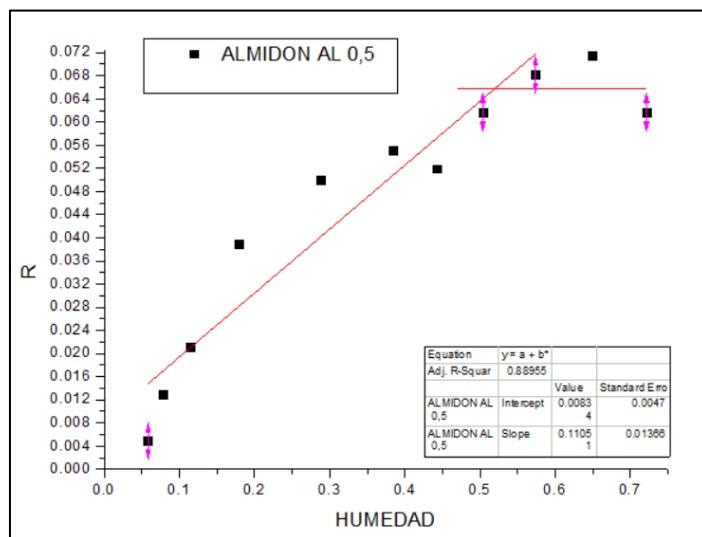
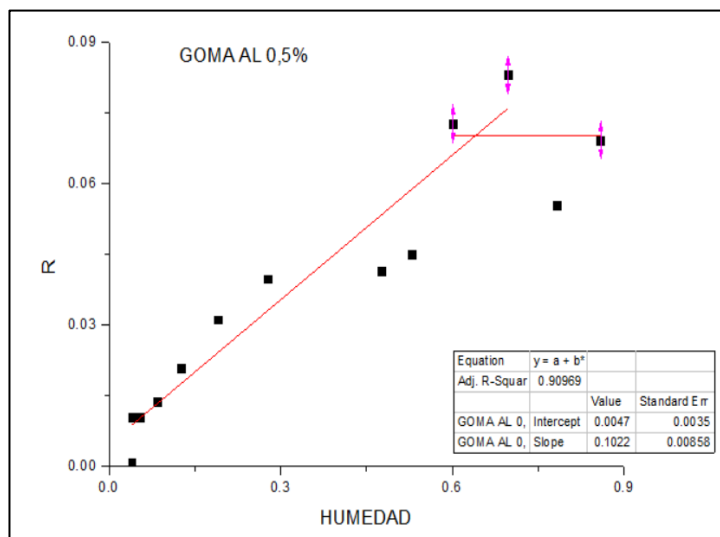
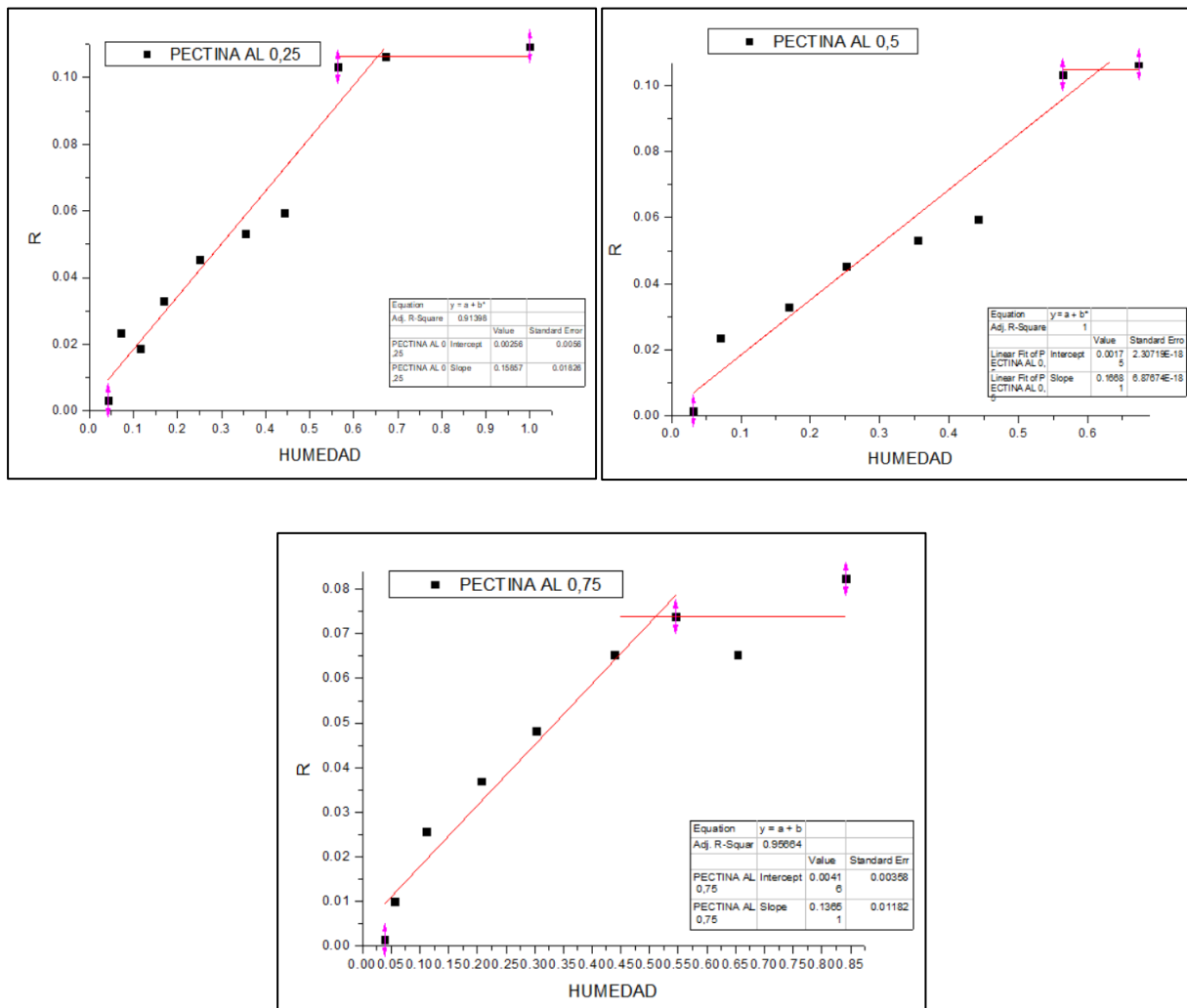


Figura 25. Ajuste de la curva de secado para la goma arábica

Figura 26. Ajuste de la curva de secado para el almidón de arroz



En la Figura 25, 26 y 27 se presenta los datos de velocidad de secado (Ver Anexo E, F, G) para la pulpa de maracuyá obtenida mediante el proceso de liofilización, donde se observan los períodos de velocidad constante y velocidad decreciente. (Brennan et al., 1998), característica principal de alimentos con alto contenido de agua. En la Figura 24 se observan las curvas de velocidad de secado, las cuales presentan una curvatura durante todo el proceso y todas alcanzan una velocidad crítica en un rango de aproximadamente 0.10 y 0.15 kg/hm². Según Geankoplis (1998), durante esta etapa, la tasa de evaporación se incrementa debido a las irregularidades y fisuras presentes en la superficie del material sólido, lo cual favorece una velocidad de secado más elevada en comparación con una superficie completamente plana.

Tabla 20*Valores de la Humedad y Velocidad crítica*

Tipo de aglomerante	Concentración	Humedad crítica	Velocidad Crítica
Goma arábica	0,5%	0,645	0,0703
	1,0%	0,685	0,0848
	1,5%	0,726	0,0915
Almidón de arroz	0,5%	0,518	0,066
	1,0%	0,412	0,1165
	1,5%	0,723	0,117
Pectina	0,25%	0,658	0,106
	0,5%	0,618	0,105
	0,75%	0,513	0,0742

Los datos experimentales fueron ajustados al modelo Page (Ecuación 03), los valores de los parámetros y del coeficiente de determinación, R^2 , se muestran en la Tabla 20. Los datos experimentales tuvieron un buen grado de ajuste, con valores R^2 de 0.80 a 0.93. El tratamiento que mejor se ajustó al modelo fue el tratamiento con almidón de arroz a una concentración de 1.50%, y los parámetros de n y k_3 obtuvieron valores de r^2 (<0.934). Al ser comparado con los valores reportados por Vega & Lemus (2006), que realizaron una cinética de secado de pulpa de papaya chilena obtuvo valores por encima a lo reportado en esta investigación utilizando como aglomerante almidón de arroz. Estos valores menores obtenidos en los parámetros n y k , son generalmente por que la muestra no cuenta con una película de protección expuesta como el fruto de camu camu, la fresa, etc y que no dependía de un espesor como tratamiento. Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con los reportados por Karanthanos y Belessiotis (1999), quienes afirman que el valor del parámetro n aumenta cuando se tiene una piel externa, dependiendo de su espesor y del tipo de producto que se esté secando. Sin embargo, (Azzouz et al., 2002), encontraron que el valor del parámetro "n" está relacionado con la velocidad del aire, Por otro lado, el parámetro k en la ecuación de Page está influenciado por la temperatura y la humedad inicial del producto. Según lo demostrado por (Senadeera et al., 2003) en el caso de productos como frijoles, papas y peras, encontraron que el valor del parámetro n se mantiene constante ante cambios en la temperatura. Resultados similares fueron obtenidos por Babalis y Belessiotis (2004) en higos.

Tabla 21

Valores de k y n , obtenidos de la velocidad de secado utilizando la ecuación de Page.

Tipo de aglomerante	Concentración de aglomerante (%)	Ecuación Page $y=\exp(-k.t^n)$		R^2	Chi-Sqr
		k	n		
Goma arábica	0.50	2.25228	-0.28300	0.80	3.16E-04
Goma arábica	1.00	2.17887	-0.25160	0.84	2.85E-04
Goma arábica	1.50	2.17099	-0.29313	0.84	2.83E-04
Almidón de arroz	0.50	2.06266	-0.37004	0.88	2.37E-04
Almidón de arroz	1.00	1.92886	-0.45543	0.87	3.13E-04
Almidón de arroz	1.50	2.05207	-0.33578	0.93	1.28E-04
Pectina	0.25	2.28771	-0.21911	0.89	2.39E-04
Pectina	0.50	1.98943	-0.44293	0.88	2.62E-04
Pectina	0.75	2.25643	-0.33624	0.91	1.22E-04

El modelo de Page utilizado fue el siguiente:

$$\frac{W - W_e}{W_0 - W_e} = C \exp(-Kt^n) \dots\dots\dots \text{Ecuación (03)}$$

donde:

$\frac{W - W_e}{W_0 - W_e}$ = razón de humedad en base seca, adimensional

$W_0 - W_e$

W = humedad media

W_e = humedad de equilibrio

W_0 = humedad inicial

C, K y n = parámetros del modelo.

CONCLUSIONES

En base a los objetivos generales y específicos establecidos, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Se obtuvo pulpa de maracuyá fresca con 82.86% de humedad en base seca. 2.0% de proteína, 0.85% de grasa, 0,1% de cenizas, 0.3% de fibra y 14.2% de carbohidratos. Además, se llevó a cabo el análisis químico de la pulpa de maracuyá, donde se obtuvo $4,31\pm 1.10\%$ de acidez cítrica, $2,73\pm 0.25$ de pH, $14,85\pm 0.05$ °Brix, y el IC* presentó valores que oscilan entre 7.59 a 13.69.
2. El rendimiento de la pulpa representó un 25,1% de peso de la fruta de maracuyá, la humedad de la pulpa de maracuyá liofilizada (24 h) con adición de goma arábiga de 0.5, 1.0 y 1.5 % fue, respectivamente, 10.69, 11.06 y 12.58 kg agua/kg ss. La humedad de la pulpa de maracuyá liofilizada (24 h) con adición de almidón de arroz de 0.5, 1.0 y 1.5 % fue, respectivamente, 8.43, 8.22 y 8.7 kg agua/kg ss y la humedad de la pulpa de maracuyá liofilizada (24 h) con adición de pectina de 0.25, 0.5 y 0.755 % fue, respectivamente, 6.3, 7.78 y 7.46 kg agua/kg ss.
3. La evaluación sensorial del color y sabor indico no influencia significativa ($P>0.05$) de las variables estudiadas (tipo y concentración de aglomerantes).
4. La solubilidad de pulpa liofilizada cuando fue utilizada goma arábiga fue de $61,61\pm 0.26\%$ fue superior a la pulpa deshidratada con adición de almidón de arroz y pectina
5. Se determinó el contenido de fenoles totales y ácido ascórbico en pulpa fresca donde se obtuvieron valores de 59.985 ± 0.56 mg GAE/g y 27.821 mg/mL AA respectivamente, El tratamiento que cuenta con mayor capacidad de conservación de fenoles totales en pulpa liofilizada fue la goma arábiga al 1.5% con 32.13 mg GAE/g, mientras que el aglomerante pectina al 0,75% conservó mejor el ácido ascórbico con 28.39 mg/g AA.
6. Las curvas de cinética de secado indicaron que el aglomerante pectina al 0,75%, tuvo mayor pendiente y mayor velocidad de secado, seguida de la pulpa con adición de almidón de arroz al 1.5% y por último cuando se adicionó goma arábiga al 1%. Esto, posiblemente se debió a la diferente interacción del aglomerante con los componentes de la pulpa. Los datos experimentales de secado se ajustaron al modelo de Page con un R2 promedio de 0.83; 0.89 y 0.88 para el aglomerante goma arábiga, almidón de arroz y pectina respectivamente. El tratamiento que mejor se ajustó al modelo fue el tratamiento con almidón de arroz a una concentración de 1.50%, y los parámetros de n y k3 obtuvieron valores de r2 (<0.934).

RECOMENDACIONES

- Fomentar la producción de maracuyá en la Región San Martín, ya que contiene bioactivos para mejorar la salud en la población.
- La pulpa de maracuyá puede ser una fuente adecuada de ácido ascórbico y polifenoles en las dietas amazónicas, esto podría contribuir a la protección de las células contra los efectos negativos de la oxidación. Por lo tanto, se recomienda emplear la pulpa en la creación de productos que contengan ingredientes prebióticos y compuestos antioxidantes.
- Aprovechar los residuos de la cáscara del maracuyá para futuras investigaciones, en sus propiedades bioactivas.
- Antes de liofilizar, es importante preparar adecuadamente los materiales de proceso. Esto incluye la limpieza y esterilización adecuada, la trituración y homogeneización para obtener una muestra uniforme, y la eliminación del exceso de agua o solvente para reducir el tiempo de secado.
- Es importante controlar las variables de proceso, para garantizar una liofilización adecuada y evitar la degradación del producto. Estas variables incluyen la temperatura de congelación, la velocidad de sublimación y la presión del vacío.
- Después de la liofilización, el producto debe almacenarse adecuadamente para evitar la humedad y la contaminación. El almacenamiento a largo plazo debe realizarse en un lugar fresco y seco y a temperatura controlada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves A. 2004. Microencapsulación de fármacos peptídicos pelo método e emulsificacao/gelificao interna a albumina como fármaco modelo. [Tesis] Universidade de Coimbra. Coimbra.
- Asociación de Químicos Analíticos Oficiales – AOAC (1984). Método Oficial de Análisis, 14ª ed., pp.844-846, AOAC. Virginia (EE.UU.).
- Aulis. A., M., Fernández, M. J., Quijanoc, n. a., & Cabrera, M. A. M. (2014). encapsulación de jugo de maracuyá (*Passiflora edulis* variedad flavicarpa) mediante aspersión-liofilización. Conferencia: XXXV Encuentro Nacional de la Amidiq. Puerto Vallarta, Jalisco, México. Volumen: 1.
- Azzouz, S., A. Guizani., W. Jomaa y A. Belghith, (2002). *Difusividad de la humedad y ecuación cinética de secado del secado por convección de uvas*, *Revista de ingeniería alimentaria*, 55, 323-330(2002).
- Babalís, S. J. y V. G. Belessiotis (2004). *Influencia de las condiciones de secado en las constantes de secado y la difusividad de la humedad durante el secado de higos en capa fina*”, *Journal of Food Engineering*, 65, 449-458.
- Badui, S. (2006). Química de los Alimentos. Cuarta Edición. Editorial Alhambra Mexicana. Mexico. 100p.
- Barbosa, G. & Vega, H., 2000. Deshidratación de alimentos. Zaragoza, España.: Editorial ACRIBIA, S.A.
- Barros R. 2012. Estudos dos fatores que influenciam os atributos de esferas de alginato. (Tesis). Universidade de Aveiro. Aveiro. 126p.
- Belitz, H. D.; Grosch, W., (1997). Química de los Alimentos. Editorial Acribia, S.A. 2da edición. Zaragoza. España.
- Bessey et al. (1976). Un método para la determinación rápida de fosfase alcalina con cinco milímetros cúbicos de suero. *J. Biol. química* 24: 321-329.
- Boza, A., L. Arus, O. Garcia y A.J. Nuñez-Selles. 2000. Preformulacion de crema y unguento a partir de un extracto seco de la corteza de *Mangifera indica* L. *Información Tecnológica* 11(4): 129.
- Braccini I, Pérez S. 2001. Molecular basis of Ca-(2+) induce la gelificación en alginatos y pectinas: el modelo de caja de huevo revisado. *Biomacromoléculas*. Vol 2 N°4 1089-1096. doi:10.1021/bm010008g.

- Brennan, J.; Butters, R.; Cowell, D. y Lilly, E. (1998). "Las Operaciones de la Ingeniería de los Alimentos", Tercera Edición – España.
- Brooker, D. B., F.W. Bakker-Arkema y C.W. Hall. 1992. Secado y almacenamiento de cereales y oleaginosas. Van Nostrand Reinhold, New York, NY.
- Cano, M., Stringheta, P.C., Ramos, A.M. & Cal-Vidal, J., 2011. Efecto de los carriers sobre la microestructura del polvo de mango obtenido por atomización y su caracterización funcional. ciencia alimentaria innovadora y tecnologías emergentes,6(4), pp.420-428.
- Ceballos, 2008. Estudio comparativo de tres sistemas de secado para la producción de un polvo deshidratado de fruta. Tesis. Maestría en Ingeniería - Ingeniería Química. Universidad Nacional de Colombia - sede Manizales.
- Cinzano, I., Madrid, A. (1983) Nuevo Manual de Industrias Alimentarias, Edición AMV, España.
- Cortez, J.D.; Faicán, M. A.; Pirovani, M. E.; Piagentini, A.M. 2018. Determinación de polifenoles en frutas con vitamina C incorporada: Metodología para mejorar la especificidad del ensayo Folin-Ciocalteu. Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 19(2): 148-158.
- Draget, K.I. 2000. alginatos. En Manual de hidrocoloides. (págs. 379-395). Cambridge, Inglaterra: Woodhead Publishing Limited - Boca Raton, FL, EE. UU.: CRC Press LLC.
- Eastman JE, Moore CO. 1984. Almidón granular soluble en agua fría Comportamiento de la vitamina C en un producto a base de lactosuero y pulpa de mango variedad Magdalena River durante el secado por aspersión 166 para la composición de alimentos gelificados. Patentar 4465702.
- Fennema, O. 2000. Química de alimentos. Segunda edición. Editorial Acribia, Zaragoza (España). pp. 593, 669, 805, 1191.
- Fernández Romero, E. (2018). Degradación de polifenoles del cacao (*Theobroma cacao* L.) criollo de Amazonas durante el tostado.
- García T. (2016). Guía Técnica – "El cultivo del maracuyá" *Passiflora edulis* form. Flavicarpa. Gerencia Regional Agraria La Libertad, Trujillo-Perú. 30p.
- Geankoplis, Ch. (1998). "Procesos de transporte y operaciones Unitarias". Compañía Editorial Continental S.A. CECSA., México.
- Grajales, L., Cardona, W. & Orrego, C., 2005. Liofilización de carambola (averrhoa carambola L.) osmodeshidratada. Ingeniería y competitividad, 7(2), pp.19-26.

- Guzmán, J. (2014). Evaluación de la cinética de degradación térmica de vitamina c en el jugo de papaya (*Carica papaya* L.) y maracuyá (*Passiflora edulis*). Tesis de grado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho. Perú. Disponible en http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/938/Tesis%20AI148_Guz.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Visitada el 3/01/2020.
- Hayes, G. (1992) Manual de datos para Ingeniería de los Alimentos, Ed. Acribia, España.
- Hernández, L. R., 2015. Alimentos Nutracéuticos. Xalapa, Veracruz, México. Universidad Veracruzana. 39 p.
- Hung, C. Y., & Yen, G. C. (2002). Actividad antioxidante de compuestos fenólicos aislados de *Mesona Procumbens* Hemsl. *Revista de Química Agrícola y Alimentaria*, 50(10), 2993-2997.
- Jane, J., Wang, Y., White, P. and Pollak, L. 1992. Caracterización de estructuras de almidón de 17 genotipos mutantes de endospermo de maíz 83 con fondo de línea consanguínea Oh43. *Química de cereales*. 70: 171-179.
- Karathanos, V. T. y V. G. Belessiotis, (1999). *Aplicación de una ecuación de capa delgada a los datos de secado de frutas frescas y semisecas*, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 74(4), 355-361(1999).
- Lewis, M. (1993) Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas del Procesado, Ed. Acribia, España.
- Logicol S.R.L. (10 de Enero del 2020). *EasyRGB*. Obtenido de EasyRGB Web Site: <http://www.easyrgb.com/>
- López B, Carvajal de P. LM, Milla C. L. 2009. Establecimiento de las condiciones de la mezcla de pulpa con banano (*Musa paradisiaca* L.) para someter a secado por aspersión. *Vitae*. 16(3):287-96.
- Marcelo, J. (2009). Cultivo de maracuyá. Tesis de pregrado. Gerencia Regional Agraria La libertad. Trujillo, Perú. 20p.
- Marqués, L.G., Ferreira, M.C. & Freire, J.T., 2007. Liofilización de acerola (*Malpighia glabra* L.). *Ingeniería química y procesamiento*, 46(5), pp.451-57.
- Masaharu, S., Hayashi, M., Suzuki, Y., Sano Y. y Hiro-Yuki, H. 2003. Papel de la amilosa en el mantenimiento de la configuración de los gránulos de almidón de arroz. *Almidón/Stärke*, 55:524-528.

- Medina, J. A. y Salas, J. C. 2008. Caracterización morfológica del gránulo de almidón nativo: Apariencia, forma, tamaño y su distribución. *Revista de ingeniería*, 27:56-62.
- Mellor, J. D. (1978) *Fundamentos de la Liofilización*. Prensa Académica, 2da. Edición, Londres.
- Menéndez O. (2016). “Cambios en la actividad de α -amilasa, pectinmetilesterasa y poligalacturonasa durante la maduración del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* degener)”, *Interciencia*, Vol.31 (19), pp. 728-733, 2006.
- Miranda, D., Fischer, G., Carranza, C., Magnitskiy, S., Casierra, F., Piedrahíta, W., & Flórez, L. E. (2009). Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. *Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas*.
- Nuñez-Santiago, M.C., Bello-Pérez, L.A. and Tecante, A. 2004. Características de hinchamiento-solubilidad, distribución del tamaño de los gránulos y comportamiento reológico del almidón de banano (*Musa paradisiaca*). *Polímeros de carbohidratos*. 56: 65-7.
- Ocampo, J., Urrea, R., Wyckhuys, K., & Salazar, M. (2013). Exploración de la variabilidad genética del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como base para un programa de fitomejoramiento en Colombia. *Acta Agronómica*, 62(4), 352-360.
- Ocampo, J.; Coppens d’Eeckenbrugge, G.; y Jaramillo, N. 2013. Caracterización agromorfológica del Maracuyá amarillo (*P. edulis* f. *flavicarpa* Degener) y la Gulupa (*P. edulis* f. *edulis* Sims). El cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, Granadilla, Gulupa, y Curuba, Seminario Nacional de Pasifloráceas, Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. 345 p.
- Ochoa M. 2013. Extracción de pectina en dos estados de maduración de achotillo (*Nephelum lappceum*) para la elaboración de mermeladas. [Tesis] Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo. 100p.
- Pérez, N. (2010). Estudio teórico y experimental de la liofilización de locos (concholepas concholepas) (tesis de pregrado). Universidad de Santiago de Chile. Facultad de ingeniería. Santiago, Chile.
- Ramírez, J., 2011. *Liofilización de alimentos*. Universidad del Valle. Cali, Colombia.: Edición ReCiTeIA, V.6 n.2.

- Reddy-K, Ravindra and Reddy-P., Sabitha. 2010. Efecto de diferentes copolímeros en microcápsulas de alginato de sodio que contienen isoniazida. *Revista internacional de investigación PharmTech*. 2(4):2198-2203
- Reyes, L., S. (2014). Efecto de procesamiento sobre la estabilidad de polifenoles en extracto de mango (*Mangifera indica* L.).
- Rodríguez, V. (2009). Encapsulación de vitamina C y vitamina A mediante secado por atomización. Tesis de Maestría. Universidad de las Américas Puebla, México.
- Rodríguez L., López L. y García M. (2010). Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, mora (*Rubus glaucus* B.), maracuyá (*Passiflora edulis* S.), guayaba (*Psidium guajava* L.) y papayuela (*Carica cundinamarcensis* J.).
- Rosales D., Arroyo G., (2015). Vitamina C y parámetros fisicoquímico durante la maduración de *Berberis lobbiana* “UNTUSHA”
- Senadeera, W., B.R. Bhandari., G. Young y B. Wijesinghe, (2003). Influencia de las formas del material vegetal seleccionado en la cinética de secado durante el secado en lecho fluidizado, *Journal of Food Engineering*: 58(3), 277-283.
- Tarcha, P.J. 1990. *Polymers for Controlled Drug Delivery*. ed. Prensa CRC. Boca Ratón, Florida, Estados Unidos. Prensa CRC. 41 págs.
- Terry, L. 2011. *Propiedades de frutas y verduras que promueven la salud*. Preston, Reino Unido, Editorial CAB International. 352-363 pág.
- Tomás-Barberán FA, Espín JC. (2001). Compuestos fenólicos y enzimas relacionadas como determinantes de la calidad en frutas y hortalizas. *J Sci Alimentación Agrícola*; 81: 853-76.
- Torres R., Montes E., Pérez O., Andrade R. (2013). Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. *Información Tecnológica*, 24(3), 51-56.
- Treybal, E. (1990) *Operaciones de Transferencia de Masa*, 3ra. Edición, México.
- Urias V. Lizardi J, Carvajal E, Martínez A, Rascón A. 2009. Gelificación iónica de pectina de bajo grado de esterificación extraída de garbanzo. *SPM*. pag 302-306.
- Urrea, D., Eim, V., & Roselló, C. (2012). Modelos cinéticos de degradación de carotenoides, polifenoles y actividad antioxidante durante el secado convectivo de zanahoria (*Daucus carota* V. Nantesa). *Alimentos Hoy*, 21(27), 68-101.
- USDA Nutrient Data Laboratory. (2011). USDA. Annual Food passion fruit. USA

- Vargas Muñoz, D. P. *Efecto de la liofilización sobre propiedades fisicoquímicas y vida útil de cocona (Solanum sessiliflorum Dunal) en polvo* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira).
- Vásquez, A., (1990) Deshidratado por Liofilización y secado al vacío. Limon Sutil, UNA. La Molina, Tesis, Lima.
- Vega, A. A., & Lemus, R. A. (2015). Modelado de la cinética de secado de la papaya chilena (*Vasconcellea pubescens*). *Información tecnológica*, 17(3), 23-31.
- Vicente, A. R., Concellón, A., Viña, S. Z., Lemoine, M. L., Rodoni, L. M., Zaro, M. J., ... & Quinteros, N. (2017). Alteraciones de los polifenoles en la etapa de poscosecha. In *Seminario de Polifenoles en Frutas y Hortalizas (FANUS, 6 de octubre de 2017)*.
- Vignoni L., Césari R., Forte M y Miráble M. (2006). Determinación de Índice de Color en Ajo Picado. *Información Tecnológica-Vol. 17 N°6*, pág.: 63-67.
- Vinci, G; Brotre, G, Mete, G. 1995. Ácido ascórbico en frutas exóticas: una investigación cromatográfica líquida. *química alimentaria*. 53: 211-214.
- Werkhoff, P.; Gunter, M.; Krammer, G., Sommer, H.; Kaulen, J. 2008. Método acuum headspace en la investigación del aroma: química del sabor de las frutas de la pasión amarillas. *J. Agríc. Química alimentaria* 46: 176-1093.
- Wurzburg, O. B., 1986. Almidones modificados: propiedades y usos. Boca Ratón, Florida, 277 págs.
- Zhao, J. y Whistler, RL 1994. Agregados esféricos de gránulos de almidón como portadores de sabor. *Tecnología de los Alimentos*. 48: 104-105.
- Zibadi, S. & Watson R. 2014. Composición, eficacia y seguridad de la Fruta de la pasión (*Passiflora edulis*), Volumen 1, Número 3 , pp 183-187.

ANEXOS

Anexo A. ANOVA concentración de fenoles totales pulpa fresca de maracuyá.

ANOVA; Var.: Fenoles totales antes liofilizado; R-sqr=.6203; Adj:.4621 (Roder data) 2 factors, 1 Blocks, 18 Runs; MS Residual=13.76685 DV: Fenol antes liofilizado

Factores	SS	df	MS	F	p
(1)Tipos de aglomerantes(L)	163.9870	1	163.9870	11.91172	0.004793
Tipos de aglomerantes(Q)	7.4895	1	7.4895	0.54403	0.474945
(2)Concentraciones de aglomerantes(L)	2.8479	1	2.8479	0.20687	0.657352
Concentraciones de aglomerantes(Q)	16.7927	1	16.7927	1.21979	0.291055
1L by 2L	78.7711	1	78.7711	5.72179	0.034009
Error	165.2023	12	13.7669		
Total SS	435.0905	17			

Anexo B. ANOVA concentración de fenoles totales pulpa liofilizada de maracuyá.

ANOVA; Var.: Fenoles liofilizado; R-sqr=.94922; Adj:.92806 (Roder data) 2 factors, 1 Blocks, 18 Runs; MS Residual=1.490975 DV: Fenoles liofilizado

Factores	SS	df	MS	F	p
(1)Tipos de aglomerantes(L)	253.8517	1	253.8517	170.2588	0.000000
Tipos de aglomerantes(Q)	36.0771	1	36.0771	24.1970	0.000354
(2)Concentraciones de aglomerantes(L)	0.0180	1	0.0180	0.0120	0.914420
Concentraciones de aglomerantes(Q)	3.1262	1	3.1262	2.0968	0.173231
1L by 2L	41.3650	1	41.3650	27.7436	0.000199
Error	17.8917	12	1.4910		
Total SS	352.3296	17			

Anexo C. ANOVA concentración de ácido ascórbico de la pulpa fresca de maracuyá

ANOVA; Var.: Ácido Ascórbico antes liofilizado; R-sqr=.62165; Adj:.464 (Roder data) 2 factors, 1 Blocks, 18 Runs; MS Residual=.006533 DV: AA antes liofilizado

Factores	SS	df	MS	F	p
(1)Tipos de aglomerantes(L)	0.045275	1	0.045275	6.930288	0.021873
Tipos de aglomerantes(Q)	0.011448	1	0.011448	1.752404	0.210239
(2)Concentraciones de aglomerantes(L)	0.015265	1	0.015265	2.336538	0.152292
Concentraciones de aglomerantes(Q)	0.056535	1	0.056535	8.653846	0.012332
1L by 2L	0.000283	1	0.000283	0.043269	0.838708
Error	0.078396	12	0.006533		
Total SS	0.207202	17			

Anexo D. ANOVA concentración de ácido ascórbico de la pulpa liofilizada de maracuyá.

ANOVA; Var.:AA liofilizadas; R-sqr=.53084; Adj.:.33536 (Roder data) 2 factors, 1 Blocks, 18 Runs; MS Residual=2.487231 DV: AA liofilizadas

Factores	SS	df	MS	F	p
(1)Tipos de aglomerantes(L)	6.34558	1	6.34558	2.551263	0.136189
Tipos de aglomerantes(Q)	0.40398	1	0.40398	0.162422	0.694024
(2)Concentraciones de aglomerantes(L)	10.76453	1	10.76453	4.327917	0.059584
Concentraciones de aglomerantes(Q)	14.51494	1	14.51494	5.835782	0.032570
1L by 2L	1.74193	1	1.74193	0.700348	0.419021
Error	29.84677	12	2.48723		
Total SS	63.61772	17			

Anexo E. Datos experimentales de la curva de secado con respecto a la goma arábica.

GOMA ARABIGA																		
tiempo	0.5% GOMA ARABIGA	Hbs1 (kg H2O/kgss)	Hbs1	X media	X media	R (Kg/hm ²)	1% GOMA ARABIGA	Hbs1 (kg H2O/kgss)	Hbs1	X media	X media	R (Kg/hm ²)	1.5% GOMA ARABIGA	Hbs1 (kg H2O/kgss)	Hbs1	X media	X media	R (Kg/hm ²)
0	30	6.08	1	0.91072	1	0.1593614245	38.7	6.0115	1	0.9337	1	0.1540903750	35.7	6.67681	1	0.923	1	0.1513487416
0.5	25.4	4.99	0.82143	0.78262	0.85934	0.0692875759	34.3	5.2143	0.8674	0.8312	0.8903	0.0840492955	30.9	5.64463	0.845	0.797	0.864	0.0945929635
1	23.4	4.52	0.7438	0.71274	0.78262	0.0554300607	31.9	4.7795	0.7951	0.7649	0.8192	0.0700410795	27.9	4.99952	0.749	0.721	0.782	0.0536026793
1.5	21.8	4.14	0.68169	0.63511	0.69737	0.0831450911	29.9	4.4172	0.7348	0.6926	0.7418	0.0980575114	26.2	4.63396	0.694	0.644	0.698	0.0977460623
2	19.4	3.58	0.58852	0.54776	0.60146	0.0727519547	27.1	3.9099	0.6504	0.6127	0.6562	0.0875513494	23.1	3.96735	0.594	0.552	0.599	0.0819805684
2.5	17.3	3.08	0.507	0.48177	0.529	0.0450369243	24.6	3.4569	0.5751	0.5509	0.5901	0.0560328636	20.5	3.40825	0.51	0.483	0.524	0.0536026793
3	16	2.77	0.45654	0.43325	0.47572	0.0415725455	23	3.167	0.5268	0.5103	0.5465	0.0385225938	18.8	3.04269	0.456	0.433	0.469	0.0441433830
3.5	14.8	2.49	0.40996	0.35367	0.38834	0.1004669850	21.9	2.9678	0.4937	0.447	0.4787	0.1085636733	17.4	2.74164	0.411	0.354	0.384	0.1103584574
4	11.9	1.81	0.29738	0.25274	0.27752	0.0398403561	18.8	2.4061	0.4003	0.355	0.3803	0.0525308097	13.9	1.98901	0.298	0.256	0.277	0.0409902842
5	9.6	1.26	0.2081	0.17316	0.19014	0.0311794092	15.8	1.8626	0.3098	0.2737	0.2931	0.0420246477	11.3	1.42991	0.214	0.184	0.199	0.0299544384
6	7.8	0.84	0.13823	0.11494	0.1262	0.0207862728	13.4	1.4278	0.2375	0.2044	0.2189	0.0385225938	9.4	1.02134	0.153	0.132	0.143	0.0204951421
7	6.6	0.56	0.09164	0.07612	0.08358	0.0138575152	11.2	1.0292	0.1712	0.1471	0.1575	0.0280164318	8.1	0.7418	0.111	0.098	0.106	0.0126123951
8	5.8	0.37	0.06059	0.04894	0.05374	0.0103931364	9.6	0.7393	0.123	0.1034	0.1107	0.0227633509	7.3	0.56977	0.085	0.072	0.079	0.0126123951
9	5.2	0.23	0.0373	0.0373	0.04096	0.0000000000	8.3	0.5038	0.0838	0.0763	0.0817	0.0087551349	6.5	0.39774	0.06	0.05	0.054	0.0094592963
10	5.2	0.23	0.0373	0.0373	0.04096	0.0000000000	7.8	0.4132	0.0687	0.0627	0.0672	0.0070041080	5.9	0.26872	0.04	0.037	0.04	0.0031530988
11	5.2	0.23	0.0373	0.03633	0.03989	0.0008660947	7.4	0.3407	0.0567	0.0522	0.0559	0.0052530810	5.7	0.22571	0.034	0.032	0.035	0.0015765494
12	5.15	0.21	0.03536	0.03536	0.03882	0.0000000000	7.1	0.2863	0.0476	0.0416	0.0446	0.0070041080	5.6	0.2042	0.031	0.029	0.031	0.0015765494
13	5.15	0.21	0.03536	0.03478	0.03818	0.0005196568	6.7	0.2139	0.0356	0.0341	0.0365	0.0017510270	5.5	0.1827	0.027	0.027	0.03	0.0000000000
14	5.12	0.21	0.03419	0.034	0.03733	0.0001732189	6.6	0.1958	0.0326	0.0326	0.0349	0.0000000000	5.5	0.1827	0.027	0.026	0.028	0.0015765494
15	5.11	0.21	0.03381	0.03342	0.03669	0.0003464379	6.6	0.1958	0.0326	0.0311	0.0333	0.0017510270	5.4	0.1612	0.024	0.024	0.026	0.0000000000
16	5.09	0.20	0.03303	0.03264	0.03584	0.0003464379	6.5	0.1776	0.0296	0.0296	0.0316	0.0000000000	5.4	0.1612	0.024	0.024	0.026	0.0000000000
17	5.07	0.20	0.03225	0.03167	0.03477	0.0005196568	6.5	0.1776	0.0296	0.0296	0.0316	0.0000000000	5.4	0.1612	0.024	0.024	0.026	0.0000000000
18	5.04	0.19	0.03109	0.03109	0.03414	0.0000000000	6.5	0.1776	0.0296	0.028	0.03	0.0017510270	5.4	0.1612	0.024	0.024	0.026	0.0000000000
19	5.04	0.19	0.03109	0.03089	0.03392	0.0001732189	6.4	0.1595	0.0265	0.0265	0.0284	0.0000000000	5.4	0.1612	0.024	0.024	0.026	0.0000000000
20	5.03	0.19	0.0307	0.0307	0.03371	0.0000000000	6.4	0.1595	0.0265	0.0265	0.0284	0.0000000000	5.4	0.1612	0.024	0.024	0.026	0.0000000000
21	5.03	0.19	0.0307	0.03012	0.03307	0.0005196568	6.4	0.1595	0.0265	0.0265	0.0284	0.0000000000	5.4	0.1612	0.024	0.024	0.026	0.0000000000
22	5	0.18	0.02954	0.02954	0.03243	0.0000000000	6.4	0.1595	0.0265	0.0265	0.0284	0.0000000000	5.4	0.1612	0.024	0.024	0.026	0.0000000000
23	5	0.18	0.02954	0.02759	0.0303	0.0017321894	6.4	0.1595	0.0265	0.0265	0.0284	0.0000000000	5.4	0.1612	0.024	0.024	0.026	0.0000000000
24	4.9	0.16	0.02565	0.01283	0.01408		6.4	0.1595	0.0265	0.0133	0.0142		5.4	0.1612	0.024	0.012	0.013	

SST. 4.24
Hbs (%) 13.4867
SST. (%) 86.51
ÁREA DE e: 1.0 (m²) 0.0095
Humedad equilibrio : 0.16

SST. 5.52
Hbs (%) 13.758
SST. (%) 86.242
ÁREA DE e: 1 (m²) : 0.0095
Humedad equilibrio : 0.1595

SST. 4.65
Hbs (%) 13.88
SST. (%) 86.12
ÁREA DE e: 1 (m²) : 0.0095
Humedad equilibrio : 0.1612

Anexo F. Datos experimentales de la curva de secado con respecto al almidón de arroz

ALMIDON DE ARROZ																	
0.5% de almidón de arroz	Hbs1 (kg H2O/kgss)	Hbs1	X media	X media	R (Kg/hm2)	1% de almidón de arroz	Hbs1 (kg H2O/kgss)	Hbs1	X media	X media	R (Kg/hm2)	1.5% de almidón de arroz	Hbs1 (kg H2O/kgss)	Hbs1	X media	X media	R (Kg/hm2)
35.8	6.483881	1	0.967759	1	0.064938366	35.6	6.23	1	0.92992	1	0.1405286348	35.8	6.28	1	0.9417086	1	0.1207709508
33.8	6.065787	0.935518	0.814614	0.841753	0.243518871	31.3	5.36	0.859841	0.762055	0.819484	0.1960864671	32.2	5.54	0.8834173	0.8073146	0.8572871	0.1576731857
26.3	4.497935	0.69371	0.663081	0.685172	0.061691447	25.3	4.14	0.664269	0.625155	0.672267	0.0784345869	27.5	4.59	0.731212	0.6874935	0.7300491	0.0905782131
24.4	4.100746	0.632452	0.596987	0.616876	0.071432202	22.9	3.65	0.586041	0.550186	0.591649	0.0718983713	24.8	4.04	0.643775	0.6049141	0.642358	0.0805139672
22.2	3.640842	0.561522	0.527669	0.545248	0.068185284	20.7	3.21	0.514331	0.478477	0.514535	0.0718983713	22.4	3.55	0.5660531	0.5304306	0.5632641	0.0738044699
20.1	3.201844	0.493816	0.463187	0.478618	0.061691447	18.5	2.76	0.442622	0.401878	0.432164	0.0817026946	20.2	3.11	0.4948081	0.4527088	0.4807313	0.0872234645
18.2	2.804655	0.432558	0.406765	0.420317	0.051950693	16	2.25	0.361134	0.326909	0.351545	0.0686302635	17.6	2.58	0.4106095	0.3782254	0.4016374	0.0670949727
16.6	2.470179	0.380972	0.353567	0.365347	0.055197611	13.9	1.82	0.292684	0.273127	0.29371	0.0392172934	15.6	2.17	0.3458413	0.319934	0.3397378	0.0536759781
14.9	2.1148	0.326163	0.264905	0.27373	0.061691447	12.7	1.58	0.25357	0.203047	0.218349	0.0506556707	14	1.85	0.2940268	0.2341162	0.2486079	0.0620628497
11.1	1.320421	0.203647	0.164958	0.170453	0.038963019	9.6	0.95	0.152525	0.121559	0.13072	0.0310470240	10.3	1.09	0.1742056	0.1369639	0.1454419	0.0385796093
8.7	0.818708	0.126268	0.105312	0.10882	0.021104969	7.7	0.56	0.090594	0.082445	0.088658	0.0081702695	8	0.63	0.0997222	0.0883878	0.0938589	0.0117416202
7.4	0.546947	0.084355	0.071459	0.073839	0.012987673	7.2	0.46	0.074296	0.067777	0.072885	0.0065362156	7.3	0.48	0.0770533	0.0689573	0.0732257	0.0083868716
6.6	0.37971	0.058562	0.053726	0.055516	0.004870377	6.8	0.38	0.061258	0.056369	0.060617	0.0049021617	6.8	0.38	0.0608613	0.0576229	0.0611897	0.0033547486
6.3	0.316996	0.04889	0.044054	0.045521	0.004870377	6.5	0.32	0.051479	0.04822	0.051854	0.0032681078	6.6	0.34	0.0543845	0.0527653	0.0560314	0.0016773743
6	0.254282	0.039218	0.037605	0.038858	0.001623459	6.3	0.28	0.04496	0.041701	0.044844	0.0032681078	6.5	0.32	0.0511461	0.0479076	0.0508731	0.0033547486
5.9	0.233377	0.035993	0.032769	0.033861	0.003246918	6.1	0.24	0.038441	0.035182	0.037833	0.0032681078	6.3	0.28	0.0446692	0.04305	0.0457148	0.0016773743
5.7	0.191568	0.029545	0.029545	0.03053	0	5.9	0.20	0.031922	0.030293	0.032575	0.0016340539	6.2	0.26	0.0414308	0.0398116	0.0422759	0.0016773743
5.7	0.191568	0.029545	0.027933	0.028864	0.001623459	5.8	0.18	0.028663	0.027033	0.02907	0.0016340539	6.1	0.24	0.0381924	0.0365732	0.0388371	0.0016773743
5.6	0.170663	0.026321	0.026321	0.027198	0	5.7	0.16	0.025403	0.025403	0.027318	0.0000000000	6	0.22	0.034954	0.0317156	0.0336788	0.0033547486
5.6	0.170663	0.026321	0.026321	0.027198	0	5.7	0.16	0.025403	0.023774	0.025565	0.0016340539	5.8	0.18	0.0284772	0.0284772	0.0302399	0.0000000000
5.6	0.170663	0.026321	0.024709	0.025532	0.001623459	5.6	0.14	0.022144	0.022144	0.023813	0.0000000000	5.8	0.18	0.0284772	0.0284772	0.0302399	0.0000000000
5.5	0.149758	0.023097	0.023097	0.023866	0	5.6	0.14	0.022144	0.022144	0.023813	0.0000000000	5.8	0.18	0.0284772	0.026858	0.0285205	0.0016773743
5.5	0.149758	0.023097	0.023097	0.023866	0	5.6	0.14	0.022144	0.020514	0.02206	0.0016340539	5.7	0.16	0.0252388	0.0252388	0.026801	0.0000000000
5.5	0.149758	0.023097	0.023097	0.023866	0	5.5	0.12	0.018884	0.018884	0.020307	0.0000000000	5.7	0.16	0.0252388	0.0252388	0.026801	0.0000000000
5.5	0.149758	0.023097	0.023097	0.023866	0	5.5	0.12	0.018884	0.018884	0.020307	0.0000000000	5.7	0.16	0.0252388	0.0252388	0.026801	0.0000000000
5.5	0.149758	0.023097	0.023097	0.023866	0	5.5	0.12	0.018884	0.018884	0.020307	0.0000000000	5.7	0.16	0.0252388	0.0252388	0.026801	0.0000000000
5.5	0.149758	0.023097	0.023097	0.023866	0	5.5	0.12	0.018884	0.018884	0.020307	0.0000000000	5.7	0.16	0.0252388	0.0252388	0.026801	0.0000000000
5.5	0.149758	0.023097	0.023097	0.023866	0	5.5	0.12	0.018884	0.018884	0.020307	0.0000000000	5.7	0.16	0.0252388	0.0252388	0.026801	0.0000000000
5.5	0.149758	0.023097	0.011549	0.011933		5.5	0.12	0.018884	0.009442	0.010154		5.7	0.16	0.0252388	0.0126194	0.0134005	-0.0005446974

SST. 4.78
Hbs (%) 13.02519
SST. (%) 86.97
ÁREA DE e: 1.0 0.0095
Humedad equilibrio : 0.15

SST. 4.76
Hbs (%) 13.40884
SST. (%) 86.59116
ÁREA DE e: 1 (m2) : 0.0095
Humedad equilibrio : 0.11774

SST. 4.92
Hbs (%) 13.672932
SST. (%) 86.33
ÁREA DE e: 1 (m2) : 0.0095
Humedad equilibrio : 0.1583852

Anexo G. Datos experimentales de la curva de secado con respecto a la pectina

PECTINA																		
tiempo	0.25% Pectina	Hbs1 (kg H2O/kg s)	Hbs1	X media	X media	R (Kg/hm2)	0.5% de Pectina	Hbs1 (kg H2O/kg s)	Hbs1	X media	X media	R (Kg/hm2)	0.75% de Pectina	Hbs1 (kg H2O/kg s)	Hbs1	X media	X media	R (Kg/hm2)
0	37	6.55	1	0.94568	1	0.1094750315	32.1	7.61	1	0.93127	1	0.1385109585	28.3	7.41	1	0.91378	1	0.1221173339
0.5	33.5	5.84	0.89135	0.86031	0.90973	0.0625571608	28.2	6.56	0.86253	0.79028	0.8486	0.1456140846	24	6.13	0.82756	0.76941	0.84201	0.0823582019
1	31.5	5.43	0.82927	0.80288	0.849	0.0531735867	24.1	5.46	0.71802	0.67396	0.7237	0.0887890760	21.1	5.27	0.71126	0.67718	0.74107	0.0482789460
1.5	29.8	5.08	0.77649	0.73303	0.77514	0.0875800252	21.6	4.79	0.6299	0.57527	0.61772	0.1100984542	19.4	4.77	0.64309	0.59697	0.6533	0.0653185739
2	27	4.51	0.68957	0.6368	0.67338	0.1063471734	18.5	3.96	0.52063	0.49772	0.53446	0.0461703195	17.1	4.08	0.55085	0.49872	0.54578	0.0738383879
2.5	23.6	3.82	0.58403	0.53281	0.56342	0.1032193154	17.2	3.61	0.47481	0.46247	0.49661	0.0248609413	14.5	3.31	0.44659	0.40047	0.43826	0.0653185739
3	20.3	3.15	0.48159	0.46452	0.4912	0.0344064385	16.5	3.42	0.45014	0.42899	0.46065	0.0426187565	12.2	2.63	0.35435	0.3323	0.36365	0.0312393180
3.5	19.2	2.93	0.44744	0.41795	0.44196	0.0594293028	15.3	3.10	0.40784	0.3814	0.40955	0.0532734456	11.1	2.30	0.31024	0.27615	0.30221	0.0482789460
4	17.3	2.54	0.38846	0.33569	0.35497	0.0531735867	13.8	2.70	0.35497	0.30562	0.32818	0.0497218825	9.4	1.79	0.24207	0.18993	0.20785	0.0369191940
5	13.9	1.85	0.28292	0.23791	0.25157	0.0453539416	11	1.95	0.25628	0.21927	0.23545	0.0372914119	6.8	1.02	0.1378	0.10171	0.1113	0.0255594420
6	11	1.26	0.19289	0.1603	0.16951	0.0328425094	8.9	1.39	0.18226	0.15582	0.16732	0.0266367228	5	0.49	0.06561	0.05158	0.05645	0.0099397830
7	8.9	0.84	0.12771	0.10908	0.11535	0.0187671483	7.4	0.98	0.12938	0.12057	0.12947	0.0088789076	4.3	0.28	0.03754	0.03554	0.03889	0.0014199690
8	7.7	0.59	0.09045	0.06717	0.07103	0.0234589353	6.9	0.85	0.11176	0.08356	0.08973	0.0284125043	4.2	0.25	0.03353	0.03153	0.0345	0.0014199690
9	6.2	0.29	0.04389	0.04079	0.04313	0.0031278580	5.3	0.42	0.05536	0.04655	0.04999	0.0088789076	4.1	0.22	0.02952	0.02952	0.03231	0.0000000000
10	6	0.25	0.03768	0.03613	0.03821	0.0015639290	4.8	0.29	0.03774	0.03598	0.03863	0.0017757815	4.1	0.22	0.02952	0.02752	0.03011	0.0014199690
11	5.9	0.23	0.03458	0.03303	0.03492	0.0015639290	4.7	0.26	0.03422	0.03245	0.03485	0.0017757815	4	0.19	0.02551	0.02551	0.02792	0.0000000000
12	5.8	0.21	0.03147	0.03147	0.03328	0.0000000000	4.6	0.23	0.03069	0.02893	0.03106	0.0017757815	4	0.19	0.02551	0.02551	0.02792	0.0000000000
13	5.8	0.21	0.03147	0.02992	0.03164	0.0015639290	4.5	0.21	0.02717	0.02717	0.02917	0.0000000000	4	0.19	0.02551	0.02351	0.02573	0.0014199690
14	5.7	0.19	0.02837	0.02682	0.02836	0.0015639290	4.5	0.21	0.02717	0.0254	0.02728	0.0017757815	3.9	0.16	0.0215	0.0215	0.02353	0.0000000000
15	5.6	0.17	0.02526	0.02371	0.02507	0.0015639290	4.4	0.18	0.02364	0.02364	0.02539	0.0000000000	3.9	0.16	0.0215	0.0215	0.02353	0.0000000000
16	5.5	0.15	0.02216	0.02216	0.02343	0.0000000000	4.4	0.18	0.02364	0.02188	0.02349	0.0017757815	3.9	0.16	0.0215	0.0215	0.02353	0.0000000000
17	5.5	0.15	0.02216	0.02216	0.02343	0.0000000000	4.3	0.15	0.02012	0.02012	0.0216	0.0000000000	3.9	0.16	0.0215	0.0215	0.02353	0.0000000000
18	5.5	0.15	0.02216	0.02216	0.02343	0.0000000000	4.3	0.15	0.02012	0.02012	0.0216	0.0000000000	3.9	0.16	0.0215	0.0215	0.02353	0.0000000000
19	5.5	0.15	0.02216	0.02216	0.02343	0.0000000000	4.3	0.15	0.02012	0.02012	0.0216	0.0000000000	3.9	0.16	0.0215	0.0215	0.02353	0.0000000000
20	5.5	0.15	0.02216	0.02216	0.02343	0.0000000000	4.3	0.15	0.02012	0.02012	0.0216	0.0000000000	3.9	0.16	0.0215	0.0215	0.02353	0.0000000000
21	5.5	0.15	0.02216	0.02216	0.02343	0.0000000000	4.3	0.15	0.02012	0.02012	0.0216	0.0000000000	3.9	0.16	0.0215	0.0215	0.02353	0.0000000000
22	5.5	0.15	0.02216	0.02216	0.02343	0.0000000000	4.3	0.15	0.02012	0.02012	0.0216	0.0000000000	3.9	0.16	0.0215	0.0215	0.02353	0.0000000000
23	5.5	0.15	0.02216	0.02216	0.02343	0.0000000000	4.3	0.15	0.02012	0.02012	0.0216	0.0000000000	3.9	0.16	0.0215	0.0215	0.02353	0.0000000000
24	5.5	0.15	0.02216	0.01108	0.01172		4.3	0.15	0.02012	0.01006	0.0108		3.9	0.16	0.0215	0.01075	0.01177	

SST. 4.79
Hbs (%) 12.9796
SST. (%) 87.02
ÁREA 0.0095
Humedad equilibrio 0.15

SST. 3.73
Hbs (%) 13.2728
SST. (%) 86.7272
ÁREA DE e: 1 (m2) : 0.0095
Humedad equilibrio : 0.15304

SST. 3.36
Hbs (%) 13.7483
SST. (%) 86.25
ÁREA DE e: 1 (m2) : 0.0095
Humedad equilibrio : 0.1594

Anexo H. ANOVA del análisis sensorial (sabor) de la pulpa liofilizada de maracuyá

ANOVA; Var.:Sabor; R-sqr=.04822; Adj:0. (Spreadsheet3) 2 factors, 1 Blocks, 90 Runs; MS Residual=2.084358 DV: Sabor

Factores	SS	df	MS	F	p
(1) Tipo de aglomerante(L)	0.0667	1	0.066667	0.031984	0.858493
Tipo de aglomerante(Q)	1.4222	1	1.422222	0.682331	0.411125
(2) Concentración(L)	3.7500	1	3.750000	1.799115	0.183435
Concentración(Q)	1.6056	1	1.605556	0.770288	0.382631
1L by 2L	2.0250	1	2.025000	0.971522	0.327132
Error	175.0861	84	2.084358		
Total SS	183.9556	89			

- Ficha modelo de evaluación sensorial – escala hedónica

NOMBRE: _____		FECHA: _____																	
NOMBRE DEL PRODUCTO: _____																			
Frente a usted hay nueve muestras codificadas de maracuyá liofilizado, las cuales se deben probar una a la vez y marque con una X su juicio sobre cada muestra, en base a su sabor y color.																			
N°	ESCALA	MUESTRA																	
		SABOR									COLOR								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
7	Me gusta mucho																		
6	Me gusta bastante																		
5	Me gusta ligeramente																		
4	Ni me gusta ni me disgusta																		
3	Me disgusta ligeramente																		
2	Me disgusta bastante																		
1	Me disgusta mucho																		

Anexo I. ANOVA del análisis sensorial (Color) de la pulpa liofilizada de maracuyá

ANOVA; Var.:Color; R-sqr=.03698; Adj:0. (Spreadsheet3) 2 factors, 1 Blocks, 90 Runs; MS Residual=2.101323 DV: Color

Factores	SS	df	MS	F	p
(1)Tipo de aglomerante(L)	0.4167	1	0.416667	0.198288	0.657252
Tipo de aglomerante(Q)	0.2722	1	0.272222	0.129548	0.719804
(2)Concentración(L)	0.2667	1	0.266667	0.126904	0.722557
Concentración(Q)	2.2222	1	2.222222	1.057535	0.306730
1L by 2L	3.6000	1	3.600000	1.713207	0.194139
Error	176.5111	84	2.101323		
Total SS	183.2889	89			

Anexo J. Medias de cuadrados mínimos del sabor del liofilizado de pulpa de maracuyá

a	b	color LSMEAN	LSMEAN
a1	b1	4.70000000	1
a1	b2	4.40000000	2
a1	b3	5.10000000	3
a2	b1	4.90000000	4
a2	b2	4.50000000	5
a2	b3	4.90000000	6
a3	b1	5.00000000	7
a3	b2	4.50000000	8
a3	b3	4.20000000	9

Anexo K. Medias de cuadrados mínimos del color del liofilizado de pulpa de maracuyá.

a	b	sabor LSMEAN	LSMEAN
a1	b1	4.00000000	1
a1	b2	4.00000000	2
a1	b3	5.10000000	3
a2	b1	4.60000000	4
a2	b2	4.40000000	5
a2	b3	4.80000000	6
a3	b1	4.20000000	7
a3	b2	4.30000000	8
a3	b3	4.40000000	9

Anexo L. ANOVA de la solubilidad de la pulpa liofilizada de maracuyá

ANOVA; Var.:Solubilidad g/mLH₂O; R-sqr=.99365; Adj:.99214 (solubilidad Roder) 2 factors, 1 Blocks, 27 Runs; MS Residual=1.644851 DV: Solubilidad g/mLH₂O

Factores	SS	df	MS	F	p
(1)Tipo de aglomerante(L)	3620.832	1	3620.832	2201.312	0.000000
Tipo de aglomerante(Q)	1655.507	1	1655.507	1006.478	0.000000
(2)Concentración(L)	99.923	1	99.923	60.749	0.000000
Concentración(Q)	27.054	1	27.054	16.448	0.000569
1L by 2L	4.725	1	4.725	2.873	0.104876
Error	34.542	21	1.645		
Total SS	5442.582	26			

Anexo M. Datos experimentales de la solubilidad del maracuyá

Tipo de aglomerante	Concentración de aglomerante	Solubilidad (%)
Goma arábica	0.5	65.85
Goma arábica	0.5	65.15
Goma arábica	0.5	66.01
Goma arábica	1	67.03
Goma arábica	1	67.18
Goma arábica	1	66.95
Goma arábica	1.5	70.03
Goma arábica	1.5	70.35
Goma arábica	1.5	69.93
Almidón de arroz	0.5	34.33
Almidón de arroz	0.5	34.18
Almidón de arroz	0.5	34.42
Almidón de arroz	1	33.89
Almidón de arroz	1	34.09
Almidón de arroz	1	34.16
Almidón de arroz	1.5	42.11
Almidón de arroz	1.5	42.25
Almidón de arroz	1.5	41.91
Pectina	0.25	38.71
Pectina	0.25	38.84
Pectina	0.25	38.68
Pectina	0.5	38.32
Pectina	0.5	38.39
Pectina	0.5	38.25
Pectina	0.75	40.65
Pectina	0.75	40.73
Pectina	0.75	40.62

Anexo N. ANVA

Variable L*

Fuente de variación	Grado de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	8	1341.905585	167.738198	5.13	0.0019
a	2	1039.426763	519.713381	15.9	0.0001
b	2	14.924007	7.462004	0.23	0.7982
a*b	4	287.554815	71.888704	2.2	0.1101
Error	18	588.331333	32.685074		
Total correcto	26	1930.236919			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	lum Media
0.695203	11.56195	5.717086	49.44741

Variable a*

Fuente de variación	Grado de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	8	73.64511852	9.20563981	10.28	<.0001
a	2	4.17267407	2.08633704	2.33	0.126
b	2	31.09158519	15.54579259	17.36	<.0001
a*b	4	38.38085926	9.59521481	10.71	0.0001
Error	18	16.1222	0.89567778		
Total	26	89.76731852			

R-cuadrado Coef Var Raiz MSE lum Media
0.8204 6.617 0.946403 14.30259

Variable b*

Fuente de variación	Grado de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	8	593.707963	74.2134954	19.22	<.0001
a	2	109.1563852	54.5781926	14.14	0.0002
b	2	120.0227185	60.0113593	15.55	0.0001
a*b	4	364.5288593	91.1322148	23.61	<.0001
Error	18	69.4859333	3.8603296		
Total	26	663.1938963			

R-cuadrado Coef Var Raiz MSE lum Media
0.895225 7.065078 1.964772 27.80963

Variable IC*

Fuente de variación	Grado de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	8	157.2673092	19.6584136	9.01	<.0001
a	2	120.3309461	60.1654731	14.14	<.0001
b	2	9.036739	4.5183695	15.55	0.155
a*b	4	27.899624	6.974906	23.61	0.0378
Error	18	39.2572311	2.1809573		
Total	26	196.5245403			

R-cuadrado Coef Var Raiz MSE lum Media
0.800243 13.43402 1.476806 10.99303

Estudio del secado de pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) por el método de liofilización

por Roder Williams Torres - Loja

Fecha de entrega: 23-may-2023 07:37p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2100436385

Nombre del archivo: ING._AGROINDUSTRIAL_corregido_al_20-05-2023_1.docx (8.76M)

Total de palabras: 17026

Total de caracteres: 91501

Estudio del secado de pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) por el método de liofilización

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	www.imbarex.com Fuente de Internet	1%
5	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
6	udea.edu.co Fuente de Internet	1%
7	ezproxybib.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	andina.pe Fuente de Internet	