

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



ELABORACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE COMPOTA DE
CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) CON FÉCULA DE ARROZ (*Oryza sativa L.*),
STEVIA (*Stevia rebaudiana Bertoni*) Y LACTOSUERO

Tesis

Para optar el Título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

BENITA ALBORNOZ LAVADO

Tingo María – Perú

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Carretera Central Km. 1.21. Teléfono (062) 561385 – Fax (062) 561156
Apart. Postal 156 Tingo María E.mail; fia@unas.edu.pe

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 003-2018

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 10 de mayo de 2018, a horas 6:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, para calificar la tesis presentada por la Bach. **ALBORNOZ LAVADO, Benita**, titulada:

"ELABORACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE COMPOTA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis* Sweet) CON FÉCULA DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), STEVIA (*Stevia rebaudiana* Bertoni) Y LACTOSUERO"

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

Tingo María, 11 de mayo de 2018

Ing. Washington Paredes Pereda
Presidente



Ing. Julio C. Giraldo Huayta
Miembro

Ing. Alipio A. Ortega Rodríguez
Miembro

Ing. Alfredo A. Carmona Ruiz
Asesor



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 200 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería en Industrias Alimentarias

Tipo de documento:

| | | | |
|-------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Tesis | <input checked="" type="checkbox"/> | Trabajo de investigación | <input type="checkbox"/> |
|-------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

| TÍTULO | AUTOR | PORCENTAJE DE SIMILITUD |
|---|------------------------|-------------------------|
| ELABORACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE CÔMPOTA DE CHOCHO (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>) CON FÉCULA DE ARROZ (<i>Oryza sativa L.</i>), STEVIA (<i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>) Y LACTOSUERO | BENITA ALBORNOZ LAVADO | 20 % Veinte |

Tingo María, 25 de julio de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION

Dr. Tomas Menacho Maitzu
DIRECTOR

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



ELABORACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE COMPOTA DE CHOCHO
(*Lupinus mutabilis* Sweet) CON FÉCULA DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), STEVIA (*Stevia*
***rebaudiana* Bertoni) Y LACTOSUERO**

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| Autor | : | Benita Albornoz Lavado |
| Asesor (es) | : | M.Sc. Alfredo Abelardo Carmona Ruiz |
| Programa de investigación | : | Ciencia y Tecnología de Alimentos |
| Línea de investigación | : | Ciencia y Tecnología de Alimentos |
| Eje temático | : | Procesamiento y/o conservación de alimentos |
| Lugar de ejecución | : | UNAS |
| Duración | : | Setiembre 2016 – diciembre 2017 |
| Financiamiento | : | S/. 4675,00 |

Tingo María – Perú, 2022

DEDICATORIA

A DIOS por darme la vida y caminar de la mano siempre conmigo, por nunca desampararme y permitirme realizar mis objetivos.

A mis padres Isidoro Albornoz Lavado y Edita Lavado Rubio, por el apoyo incondicional durante la etapa de mi vida tanto personal como profesional, por la dicha de tenerlos a lado y compartir momentos gratos.

A mis hermanos Mijail, Jenner y Yefigenia por estar presentes y recorrer todo este largo camino de la mano.

A mi esposo Fredy por la dicha de acompañarme y apoyarme en realizar mis grandes metas de convertirme en madre y profesional.

A mis hijos Yusef y Alejandra por ser mi inspiración y la luz de mis ojos porque me dan el impulso de ser alguien mejor.

A mis docentes de mi facultad por la gran educación que me brindaron en todo mi andar universitario.

A mis compañeros y amigos por el apoyo brindado durante las horas de clases dentro y fuera del aula.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva especialmente a los catedráticos de Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, quienes con sus enseñanzas forjaron mi formación profesional.

Al Ing. Abelardo Alfredo Carmona Ruiz, por su asesoramiento y palabras de ánimo en la ejecución del proyecto de tesis.

A la señora Glelia, encargada del laboratorio de bioquímica por el apoyo en la realización de mis pruebas y obtención de resultados.

Al encargado de laboratorio de química analítica, por la realización de mis pruebas en dicho laboratorio.

Al Ing. Alipio Ortega Rodríguez, por el apoyo en el embalaje y empaque del producto final.

ÍNDICE

| | Pag. |
|--|------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| I. REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. Antecedentes | 3 |
| 2.2. El chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>)..... | 5 |
| 1.2.1. Producción del chocho..... | 6 |
| 1.2.2. Composición y calidad nutricional del chocho..... | 7 |
| 2.3. El arroz..... | 8 |
| 2.3.1 Producción y disponibilidad | 8 |
| 2.3.2. Composición y calidad nutricional | 9 |
| 2.4. La stevia..... | 10 |
| 2.4.1. Composición de stevia..... | 10 |
| 2.4.2. Acción antioxidante de la stevia..... | 10 |
| 2.5. Proceso de elaboración de la compota..... | 11 |
| 2.5.1. Recepción | 11 |
| 2.5.2. Preselección | 11 |
| 2.5.3 Lavado | 11 |
| 2.5.4. Pelado | 11 |
| 2.5.5. Pesado..... | 11 |
| 2.5.6. Licuado | 12 |
| 2.5.7. Cernido | 12 |
| 2.5.8. Dosificación..... | 12 |
| 2.5.9. Cocción..... | 12 |
| 2.5.10. Envasado..... | 12 |
| 2.5.11. Etiquetado | 12 |
| 2.5.12. Almacenado | 12 |

| | |
|--|----|
| 2.6. Estabilidad en el almacenamiento y tiempo de vida de anaquel..... | 13 |
| 2.6.1. Fundamentos de las pruebas de vida útil | 13 |
| 2.6.2. Factores que afectan la vida útil de productos estériles..... | 14 |
| III. MATERIALES Y METODOS..... | 16 |
| 3.1. Lugar de ejecución..... | 16 |
| 3.2. Materiales..... | 16 |
| 3.2.1. Materia Prima | 16 |
| 3.2.2. Materiales directos..... | 16 |
| 3.2.3. Materiales indirectos..... | 16 |
| 3.2.4. Equipos | 16 |
| 3.2.5. Laboratorio | 16 |
| 3.2.6. Reactivos y soluciones | 17 |
| 3.3. Método de análisis | 17 |
| 3.3.1. Análisis fisicoquímico | 17 |
| 3.3.2. Análisis físico | 17 |
| 3.3.3. Análisis microbiológico..... | 17 |
| 3.3.4. Pruebas organolépticas | 18 |
| 3.3.5. Estudio de estabilidad de la compota | 18 |
| 3.4. Metodología experimental | 19 |
| 3.4.1. Caracterización fisicoquímica del chocho | 19 |
| 3.4.2. Optimización de la formulación del alimento tipo compota | 21 |
| 3.4.3. Determinación del proceso productivo definitivo | 21 |
| 3.4.4. Caracterización de la compota de chocho | 24 |
| 3.4.5. Estabilidad de la compota de chocho | 24 |
| 3.5. Diseño experimental | 24 |
| 3.5.1. Caracterización de la pulpa de chocho | 24 |
| 3.5.2. Optimización de la formulación del alimento tipo compota | 24 |

| | |
|---|----|
| 3.5.3. Estabilidad de la compota de chocho | 25 |
| 3.6. Análisis estadístico | 26 |
| 3.6.1. Optimización de la formulación de la compota de chocho | 26 |
| 3.6.2. Estabilidad de la compota de chocho | 27 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 28 |
| 4.1. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de chocho y lactosuero | 28 |
| 4.2. Evaluación sensorial y pruebas físicas para optimizar la formulación | 29 |
| 4.2.1. Evaluación sensorial | 29 |
| 4.2.2. Evaluación física..... | 38 |
| 4.2.3. Elección del mejor tratamiento..... | 40 |
| 4.3. Proceso productivo definitivo | 40 |
| 4.3.1. Recepción | 40 |
| 4.3.2. Selección..... | 40 |
| 4.3.3. Pesado..... | 40 |
| 4.3.4. Lavado | 40 |
| 4.3.5. Pelado | 41 |
| 4.3.6. Precocido | 41 |
| 4.3.7. Licuado | 41 |
| 4.3.8. Tamizado | 41 |
| 4.3.9. Dosificado y Mezclado I..... | 41 |
| 4.3.10. Cocción y Mezclado II..... | 41 |
| 4.3.11. Envasado..... | 42 |
| 4.3.12. Almacenado | 43 |
| 4.4. Balance de materia y rendimiento | 43 |
| 4.5. Caracterización fisicoquímica y microbiológica del producto final | 44 |
| 4.6. Estabilidad y vida útil | 46 |
| 4.6.1. Humedad..... | 46 |

| | |
|---|----|
| 4.6.2. Actividad de agua | 47 |
| 4.6.3. Consistencia..... | 48 |
| 4.6.4. Estimación de la Vida Útil | 49 |
| V. CONCLUSIONES..... | 51 |
| VI. PROPUESTAS A FUTURO | 52 |
| VII. REFERENCIAS | 53 |

ÍNDICE DE TABLAS

| Tabla | Pag. |
|--|------|
| 1. Composición en 100 g de porción comestible de chocho | 7 |
| 2. Composición Química (%) media del Arroz (referido a 100 gramos) | 9 |
| 3. Contenido de Glucósidos en % de las hojas secas..... | 10 |
| 4. Métodos para los análisis fisicoquímicos y químico proximales | 17 |
| 5. Métodos para los análisis físicos | 18 |
| 6. Métodos utilizados en los análisis microbiológicos | 18 |
| 7. Materia prima e insumos para elaborar compota de chocho | 22 |
| 8. Análisis fisicoquímico del chocho (bs) | 28 |
| 9. Análisis fisicoquímico del lactosuero (bs)..... | 29 |
| 10. Resultados de la optimización del color | 30 |
| 11. Resultados de la optimización del olor..... | 31 |
| 12. Resultados de la optimización del sabor..... | 33 |
| 13. Resultados de la optimización de la textura | 34 |
| 14. Maximización de la aceptabilidad | 36 |
| 15. Promedios cualitativos de las optimizaciones realizadas para cada atributo..... | 38 |
| 16. Resultados de la evaluación física de la compota de chocho | 38 |
| 17. Prueba de medias para Grados Brix por lactosuero, esteviósido y fécula de arroz..... | 39 |
| 18. Prueba de medias para pH por lactosuero, esteviósido y fécula de arroz..... | 39 |
| 19. Materia prima e insumos para elaborar compota de chocho | 42 |
| 20. Análisis fisicoquímico de la compota de chocho | 45 |
| 21. Resultados del análisis microbiológico de la compota de chocho..... | 46 |
| 22. Factores de la estabilidad para la compota de chocho..... | 47 |
| 23. Prueba de medias para actividad de agua por envase y tiempo de almacenamiento.... | 48 |
| 24. Prueba de medias para Consistencia por envase y tiempo de almacenamiento | 48 |
| 25. Determinación experimental de vida útil a tres temperaturas | 49 |
| 26. Vida útil por datos propuestos para la compota de chocho | 50 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Pag. |
|---|-------------|
| 1. Ramificación, floración y partes de la semilla de lupino blanco..... | 6 |
| 2. Esquema del grano de arroz..... | 8 |
| 3. Proceso de elaboración de compota de chocho | 13 |
| 4. Caracterización de la pulpa de chocho | 19 |
| 5. Proceso tentativo para elaborar la compota de chocho..... | 23 |
| 6. Experimentos para la optimización de la elaboración de compota de chocho | 25 |
| 7. Experimentos para el análisis de estabilidad | 26 |
| 8. Efectos principales del color de la compota de chocho..... | 30 |
| 9. Superficie de respuesta estimada del color..... | 30 |
| 10. Contorno de superficie respuesta del atributo color | 31 |
| 11. Efectos principales del olor de la compota de chocho..... | 32 |
| 12. Superficie de respuesta estimada del olor..... | 32 |
| 13. Contorno de superficie respuesta del atributo olor | 32 |
| 14. Efectos principales del sabor de la compota de chocho | 33 |
| 15. Superficie de respuesta estimada del sabor | 34 |
| 16. Contorno de superficie respuesta del atributo olor..... | 34 |
| 17. Efectos principales de la textura de la compota de chocho | 35 |
| 18. Superficie de respuesta estimada de la textura | 35 |
| 19. Contorno de superficie respuesta del atributo textura | 36 |
| 20. Efectos principales de la aceptabilidad de la compota de chocho | 37 |
| 21. Superficie de respuesta estimada de la aceptabilidad | 37 |
| 22. Contorno de superficie respuesta del atributo aceptabilidad | 37 |
| 23. Proceso definitivo para elaborar la compota de chocho | 43 |
| 24. Balance de materia de la compota de chocho..... | 44 |

RESUMEN

El objetivo principal fue elaborar, optimizar mediante superficie respuesta, realizar el análisis químico proximal y microbiológico de la compota, previamente se caracterizó la pulpa de chocho la cual resultó proteína $55,967 \pm 0,153\%$; grasa $8,900 \pm 0,100\%$; ceniza $1,900 \pm 0,100\%$; carbohidratos $6,333 \pm 1,153$; fibra $26,500 \pm 0,100\%$; pH $6,200 \pm 0,000$; acidez $0,120 \pm 0,000$; humedad $71,967 \pm 0,153\%$. La formulación y elaboración óptima de la compota conseguida mediante una evaluación sensorial correspondió a 236,084 g de lactosuero, 0,20 g de estevióside y 30 g de fécula de arroz y otros ingredientes como el ácido cítrico, CMC, canela, clavo de olor. El análisis químico proximal del producto final compota resultó, proteína $26,67 \pm 0,10$; grasa $7,78 \pm 0,15$; ceniza $2,03 \pm 0,06$; carbohidratos $10,23 \pm 0,07$; fibra $16,16 \pm 0,04$; pH $3,8 \pm 0,05$; acidez (mg/L) $0,3 \pm 0,15$; humedad $34,11 \pm 0,068$.

Palabras clave:

Pulpa, fécula, estevia, suero, compota, vida útil

ABSTRACT

The principal objective was to elaborate, optimize through surface response, and do a proximal chemical and microbiological analysis of the compote. Beforehand, the tarwi pulp was characterized, which resulted in proteins of $55,967 \pm 0,153\%$, fat of $8,900 \pm 0,100\%$, ash of $1,900 \pm 0,100\%$, carbohydrates of $6,333 \pm 1,153$, fiber of $26,500 \pm 0,100\%$, pH of $6,200 \pm 0,000$, acidity of $0,120 \pm 0,000$, and humidity of $71,967 \pm 0,153\%$. The formulation and optimal elaboration of the compote obtained through a sensory evaluation corresponded to 236,084 g of whey, 0,20 g of stevia, and 30 g of rice starch, [as well as] other ingredients, such as citric acid, CMC, cinnamon, and cloves. The proximal chemical analysis of the final compote product resulted in a protein of $26,67 \pm 0,10$, fat of $7,78 \pm 0,15$, ash of $2,03 \pm 0,06$, carbohydrates of $10,23 \pm 0,07$, fiber of $16,16 \pm 0,04$, pH of $3,8 \pm 0,05$, acidity (mg/L) of $0,3 \pm 0,15$, and humidity of $34,11 \pm 0,068$.

Keywords:

Pulp, starch, stevia, whey, compote, shelf life

I. INTRODUCCIÓN

En la región andina del Perú hay una gran producción de frijoles tradicionales, *Lupinus mutabilis* (chocho) con 12042 hectáreas de producción hasta el 2013 que proyectadas según serie histórica da 13847 hectáreas hasta el 2017, con una superficie cosechada de 10925 hectáreas en el 2013 y de 10945,25 hectáreas proyectada hasta el 2017, además con un rendimiento de 1251 kg/ha en el año 2013 que proyectado al 2017 es de 1287 kg/ha (Tapia, 2015); que por la falta de industrialización y el mal manejo de la producción no es aprovechada de la manera más adecuada, sin embargo, los agricultores se han perjudicado económicamente (Tapia, 1982).

En este trabajo de investigación se discutió la principal posibilidad de utilizar el chocho (*Lupinus mutabilis*), pero debido al desconocimiento de sus propiedades, no se usó el chocho como sustituto de la cocción de compotas utilizando recetas adecuadas para brindar un producto alternativo con una salubridad muy aceptable para los consumidores niños y adultos, aumentando así la demanda y diversificación del producto.

La elaboración de compota a partir del chocho (*Lupinus mutabilis*), fécula de arroz (*Oryza sativa L.*), stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) y lactosuero en proporciones óptimas resultaría ser una nueva opción de comercialización de un producto con proteínas de bajo costo, poniéndole al alcance la población, la oportunidad de obtener ingresos al vender los insumos como el chocho, la stevia y de subproductos como el arroz molido y el lactosuero (Alvarado, 2004).

Si se incorpora fécula de arroz (*Oryza sativa L.*), stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) y lactosuero en proporciones adecuadas a un alimento, entonces estamos elaborando compota de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) con la formulación óptima y las características de calidad deseadas, determinando el tiempo de vida útil del alimento procesado, en tal sentido se planteó los siguientes objetivos.

1.1. Objetivo general

- Formular y elaborar una compota a partir chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), fécula de arroz (*Oryza sativa L.*), stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) y lactosuero.

1.2. Objetivos específicos

- Caracterizar fisicoquímicamente la pulpa de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) sin cáscara y lactosuero.

- Optimizar la formulación de la compota mediante una evaluación sensorial y pruebas físicas.
- Establecer el proceso productivo definitivo de la compota de chocho mediante el establecimiento de parámetros óptimos, balance de materia y rendimiento.
- Caracterizar el producto final fisicoquímica y microbiológicamente.
- Determinar el tiempo de vida útil de la compota de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), en el mejor tratamiento.

I. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Se han informado diversas aplicaciones del chocho, por ejemplo harinas de dos cultivos andinos, chocho y kañiwa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), presentan un excelente perfil nutricional para su inclusión en formulaciones de muffins veganos sin gluten (Vidaurre-Ruiz et al., 2022), también se ha elaborado yogures enriquecidos con concentrado de proteína de chocho como una alternativa nutritiva y funcional para prevenir enfermedades crónicas al consumirse en una dieta saludable (Curti et al., 2022). Se ha evaluado el potencial panificante de la harina de chocho después de ser desamargada y fermentada en estado sólido en panes de chocho-trigo (Villacrés et al., 2020). Se ha optimizado las características nutricionales, texturales y sensoriales de cookies enriquecidas con chía (*Salvia hispánica*) y aceite extraído de tarwi (Salvatierra-Pajuelo et al., 2019). Las proteínas de la semilla de lupino pueden considerarse no solo por su función nutritiva sino también por los efectos beneficiosos que estos compuestos pueden tener en el cuerpo humano. Las características más beneficiosas que se han asignado recientemente a las proteínas de semillas de chocho incluyen actividades hipolipidémicas, hipoglucémicas, hipotensoras, anticancerígenas y contra la obesidad (Ruiz-López et al., 2019).

Se utilizó almidón de arroz modificado química y termo mecánicamente como material de pared junto con almidón de arroz nativo, maltodextrina y proteína para micro encapsular aceite esencial de naranja mediante una tecnología de secado por aspersion (Márquez-Gómez et al., 2018). Los almidones de arroz nativos y de bolas molidas se evalúan primero como matrices encapsulantes de β -caroteno, mediante el método tradicional de dispersión utilizando un dispositivo rotor-estator. El almidón molido con gelatina conserva la estructura del β -caroteno y produce el contenido más alto de β -caroteno encapsulado 0,154 mg/g, siendo cuatro veces el contenido de almidón nativo 0,035 mg/g (González et al., 2020). La Stevia ha ganado gran interés debido a sus propiedades no calóricas y relacionadas con la salud con sus glucósidos de esteviol y constituyentes fitoquímicos. Se utiliza como edulcorante natural en muchas formulaciones de alimentos, como refrescos, mermeladas, productos lácteos, chocolates, etc. tecnología de alimentos, química y farmacología (Görgüç et al., 2019). Se ha desarrollado una mermelada de nopal-piña formulada con extracto acuoso de Stevia y se evaluó el efecto sobre propiedades fisicoquímicas, inhibición de α -amilasa y respuesta glucémica (Ruíz & Segura-Campos, 2019). Se ensayaron diferentes formulaciones de mermelada: i) grado

común con adición de azúcar, y ii) calorías reducidas, utilizando Stevia como edulcorante natural (Pizzolato et al., 2012). Se evaluó el perfil tiempo-intensidad de los atributos sensoriales posiblemente afectados en chocolates sin azúcar y bajos en grasa que contienen inulina y stevia con diferentes contenidos de rebaudiósido A, como dulzura, amargura y velocidad de fusión (Azevedo et al., 2017). Se determinó el nivel de concentración apropiado de 3 edulcorantes/suplementos procesados de estevia en yogur natural comercial bajo en grasa con sabor a vainilla natural (Narayanan et al., 2014).

El suero de leche, el principal efluente líquido de la industria láctea, tiene una producción mundial aproximada de alrededor de 153 millones de toneladas, se investigó el efecto de las bacterias del ácido láctico y la fermentación de la levadura en el desarrollo de una bebida de suero de leche probiótica naturalmente carbonatada utilizando el probiótico autóctono *Lactobacillus plantarum* MTCC 5690 y *Kluyveromyces lactis* NCDC 257 (Kadyan et al., 2021). EL impacto de la adición de *Lactobacillus casei* y/o la carbonatación (CO₂) en la composición química, las características fisicoquímicas, la supervivencia probiótica y la aceptación sensorial de las bebidas lácteas de suero de leche con sabor a maracuyá. durante el almacenamiento (Alves et al., 2020).

El análisis de la vida útil de los productos alimenticios durante el almacenamiento generalmente incluye la detección del valor nutricional en comparación con los productos alimenticios frescos, la presencia de cualquier componente tóxico, la presencia de aditivos alimentarios indeseables, entre otros. La calidad indeseable de los alimentos puede desarrollarse durante toda la vida útil del almacenamiento, a partir de la recolección de materias primas, los efectos del procesamiento o el tiempo de almacenamiento, y después del transporte. Algunos componentes externos, como diversas toxinas, aditivos indeseables (como colorantes), medicamentos y pesticidas, también pueden reducir la vida útil o crear problemas durante todo el ciclo de vida de los productos alimenticios (Ghosh et al., 2022). La creciente globalización del comercio de alimentos y el esfuerzo por lograr una vida útil más larga implican que se necesitan nuevas tecnologías de conservación de alimentos debido a las tendencias de conveniencia y durabilidad para respaldar el transporte de larga distancia (Liu et al., 2022).

Las compotas son muy utilizadas en la alimentación infantil porque son fáciles de digerir y saben bien, aportando a los bebés y niños las vitaminas y los hidratos de carbono necesarios para su crecimiento. La calidad de las conservas se ve afectada por los nutrientes del producto final y sus propiedades, por lo que es importante conocer cada ingrediente, especialmente las frutas que aportan valor nutricional (Quintero et al., 2021). Se ha elaborado

compota de membrillo en conserva mediante calentamiento por microondas (M. M. Rakhmanova et al., 2021), compota de níspero *Manilkara zapota* (Quintero et al., 2021), compota de manzana (M. Rakhmanova et al., 2021), compota de frutas tipo mermelada enriquecida con gel de *Aloe vera* (Castellari et al., 2019), sin embargo no se ha elaborado un producto similar utilizando el chocho *Lupinus mutabilis*, la fécula de arroz *Oryza sativa*, stevia *Stevia rebaudiana* y lactosuero.

Castro (2013), analizó las variables fisicoquímicas grados Brix, viscosidad, proteína, acidez y pH; en el aspecto microbiológico determinó aerobios totales, levaduras, hongos. También evaluó cuatro atributos sensoriales. Se evidenció el efecto del azúcar en cada formulación modificando y acentuando el sabor y la viscosidad del producto final.

Cordovilla (2011), estableció una concentración adecuada de la mezcla de harina de maíz y polvo rojo para desarrollar un método adecuado para la elaboración de calabazas confitadas. El proceso de hacer conservas de calabaza con concentrado de harina de maíz es similar a cualquier tipo de conservas, como jaleas y mermeladas, la pulpa de calabaza se ajusta en pH (para una mejor gelificación) y cocción. La mezcla de pulpa de calabaza, canela y harina de maíz debe alcanzar los 68 °Brix y ser envasada a 80 °C en recipientes de vidrio previamente esterilizados. Para determinar la aceptabilidad del producto, los catadores evaluaron el tratamiento de manera sensorial con respecto a atributos como color, olor, sabor, textura y aceptabilidad. Los resultados mostraron que la relación pulpa: panela (45: 55) y un contenido de harina de maíz de 1,75% fue el mejor tratamiento. La vida útil esperada de este producto es de aproximadamente 180 días a 25 °C.

Montalván (2013), elaboró papas enlatadas chinas, un proyecto derivado de los alimentos nativos de Hawaii. Por lo que tomó la iniciativa de conocer los beneficios de la papa china, sus propiedades químicas y alimenticias llegando a la conclusión de que es una materia prima muy favorable para la elaboración de compotas altamente nutritiva.

2.2. El chocho (*Lupinus mutabilis*)

El chocho, también conocido como tarwi, nombre científico *Lupinus Mutabilis*, es una leguminosa herbácea erecta con tallos robustos, ligeramente leñosos, que alcanzan 0,8-2,0 m de altura, con una raíz principal robusta que se extiende hasta 3 m de profundidad. El fruto es una vaina o frijol, muy similar a un guisante de 1 y 2 cm de largo. Cada vaina contiene una cantidad significativa de granos, estos son aprovechados en diversas aplicaciones y varían en forma (redonda, ovalada a casi cuadrada) y miden entre 0,5 y 1,5 cm. Hay de 3500 a 5000 semillas por kilogramo. El tamaño varía según las condiciones de cultivo

y el tipo ecológico o variedad. Las semillas están cubiertas por una cáscara dura, que puede representar hasta el 10% del peso total. El chocho se utiliza para el consumo humano debido a que esta especie ocupa el primer lugar en la lista de alimentos indígenas a nivel mundial con alto contenido de proteína y aceite. (Palacios et al., 2003).

Ramificación y floración del lupino blanco (Figura 1A), semillas de lupino señalando sus partes (Figura 1B) (Palacios et al., 2003).

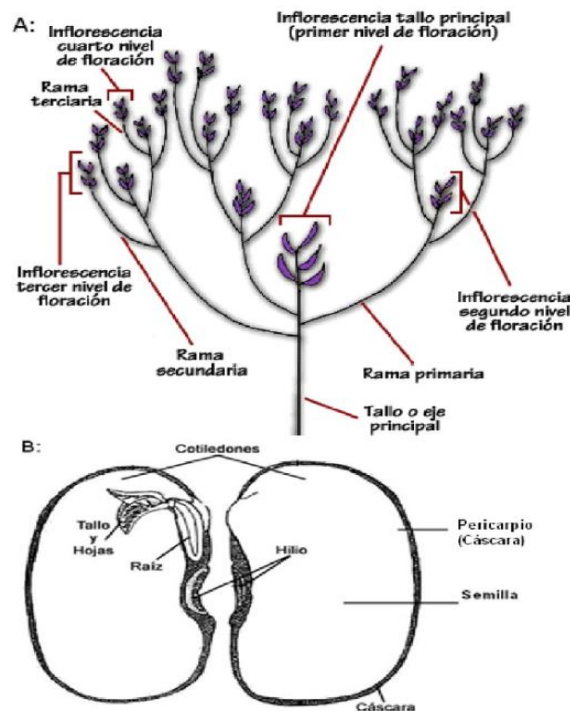


Figura 1. Ramificación, floración y partes de la semilla de lupino blanco

1.2.1. Producción del chocho

Cultivado en los Andes a partir de los 1500 metros y se puede encontrar en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina. Los lupinos peruanos se cultivan a una altitud de 2.500 metros sobre el nivel del mar. Hasta 3400 y hasta 3600 con riesgo de heladas y granizo. Las heladas no representan un problema para las plantas viejas, sin embargo, las plantas jóvenes son muy sensibles (Caicedo & Peralta, 2000).

En términos de rendimiento, una finca con un rendimiento promedio de 0,97 hectáreas produjo un promedio de 317 kg/ha. Los bajos rendimientos es consecuencia de las plagas, enfermedades, semillas de mala calidad y baja fertilidad del suelo. Del total de la producción, 82 % corresponde a ventas especiales, el 8 % del consumo de los hogares y el 10 % de semillas (Moncayo et al., 1998).

1.2.2. Composición y calidad nutricional del chocho

Consumido comúnmente gracias a su calidad nutricional, después de eliminar las sustancias antinutritivas por métodos tradicionales (aguado prolongado y cocción).

Proteína (41% a 51%) y aceite (24% a 14%); constituyen más de la mitad del chocho en peso (equivale a carne y leche vegetal). Las cáscaras se quitan de las semillas y los granos se muelen para obtener una harina que contiene 50% de proteína. La proteína de lupino contiene altas cantidades de lisina y cistina, pero solo del 23% al 30% de la metionina requerida para el crecimiento animal óptimo. (Tabla 1).

100 g de chochos pelados cocidos contienen 151 calorías, 69,7 g de agua, 11,6 g de proteína (49,6 g en harina), 8,6 g de grasa y 9,6 g de carbohidratos. El color claro del aceite de chocho es adecuado para su uso doméstico; además es aparentemente abundante en ácidos grasos insaturados semejante al aceite de mani (Gross et al., 1988).

Tabla 1. Composición en 100 g de porción comestible de chocho

| Composición | cocido con cáscara | crudo sin cáscara | Harina |
|--------------------|---------------------------|--------------------------|---------------|
| Energía Kcal. | 151 | 277 | 458 |
| Agua g. | 69,7 | 46,3 | 37,0 |
| Proteína g. | 11,6 | 17,3 | 49,6 |
| Grasa g. | 8,6 | 17,5 | 27,9 |
| Carbohidratos g. | 9,6 | 17,3 | 12,9 |
| Fibra g. | 5,3 | 2,8 | 7,9 |
| Ceniza g. | 0,6 | 1,6 | 2,6 |
| Calcio mg. | 30 | 54 | 93 |
| Fósforo mg. | 123 | 262 | 440 |
| Hierro mg. | 1,4 | 2,3 | 1,38 |
| Tiamina mg. | 0,01 | 0,6 | - |
| Riboflavina mg. | 0,34 | 0,4 | - |
| Niacina mg. | 0,95 | 2,10 | - |
| Ac. Ascórbico | 0,00 | 4,6 | - |

Fuente: (Palacios et al., 2003)

2.3. El arroz

El arroz aún puede ser el pilar en la dieta de las dos terceras partes de la población en todo el mundo, por ser una excelente fuente de carbohidratos. Muy consumido como arroz blanco, sin embargo, tiene diversas aplicaciones. (Chandler, 1984).

La estructura del arroz tiene una cubierta exterior (cáscara). El germen y la cascarilla, se le llama arroz integral o entero, y al pillarlo se convierte en arroz blanco. (Quaglia, 1991).

La Figura 2 muestra el esquema del grano de arroz y sus partes.

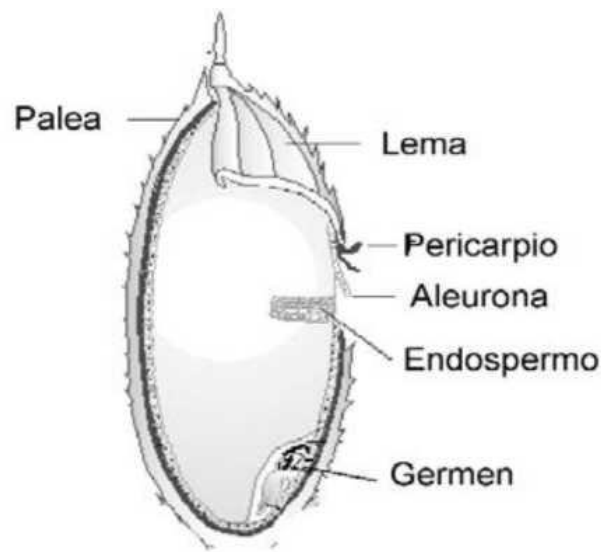


Figura 2. Esquema del grano de arroz

2.3.1 Producción y disponibilidad

Su producción es una actividad económica muy importante en términos de aprovechamiento y ampliamente conocido en todo el mundo, pero al ser un cultivo semiacuático, su sistema de manejo es específico y depende principalmente de la época, área cultivada, infraestructura de riego, estacionalidad y calidad del suelo, índice de desarrollo y tecnología disponible. (INIAP, 1987).

Este cereal está ampliamente disponible en el mercado porque se cultiva en dos cultivos durante todo el año (temporada seca y lluviosa), además es considerado el segundo alimento más consumido a nivel urbano en todo el país, tanto en grupos de bajos como de altos ingresos. (Chandler, 1984).

2.3.2. Composición y calidad nutricional

El arroz es un grano rico en carbohidratos que es una fuente de proteínas y minerales y no contiene colesterol. Su composición depende en gran medida de la variedad, de las condiciones ambientales y de los procesos a los que haya sido sometida. (Chandler, 1984).

En términos generales, la cascarilla representa el 20% del grano y está compuesta por aproximadamente un 20% de sílice.

El salvado constituye del 10 al 15 % del grano y es una excelente fuente de proteínas (12 a 15 %) y lípidos (15 a 20 %). Las vitaminas y los minerales se encuentran principalmente en el salvado y el germen, por lo que la eliminación de estos componentes reduce significativamente sus niveles.

Los carbohidratos constituyen la mayor parte de la composición química del arroz y alrededor del 80 % del almidón (14 % de humedad). El almidón de arroz es un polímero de glucosa formado a partir de amilosa y amilopectina en diferentes proporciones según la variedad. El almidón determina las propiedades y funciones del grano de arroz y éstas dependen en gran medida de la relación amilosa/amilopectina...

La proteína es el segundo componente más importante del arroz, su contenido está entre 6,3 y 7,9%. Aunque el contenido de lípidos es pequeño, juega un papel muy importante en las propiedades nutricionales, sensoriales y funcionales. La Tabla 2 muestra la composición química del arroz (calculada por 100 gramos).

Tabla 2. Composición Química (%) media del Arroz (referido a 100 gramos)

| Componentes | Arroz Blanco (%) |
|---------------------|-------------------------|
| Hidratos de Carbono | 79,9 |
| Proteínas | 7,1 |
| Fibra Dietética | 1,3 |
| Grasa | 0,7 |
| Minerales | 0,6 |

Fuente: (Chandler, 1984)

Desde el punto de vista nutricional, el arroz representa alrededor del 27 % de las calorías en los países en desarrollo, en comparación con solo el 4 % en los países desarrollados.

2.4. La stevia

Álvarez (2004), dice que la stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) es una planta herbácea perenne que pertenece a la familia Asteraceae. Crece como arbusto salvaje en el suroeste de Brasil y Paraguay, donde es conocida con el nombre de común de hierba dulce.

Álvarez (2004), menciona que la estevia que es apreciado en todo el mundo porque sus ingredientes son ricos en esteviósido, un glucósido bajo en calorías, que en forma pura y cristalina tiene 300 veces el poder edulcorante de la sacarosa. Stevia puede reducir los niveles de azúcar en la sangre hasta en un 35% y tiene una gran demanda internacional en países como Japón, China, Corea, Taiwán, Israel, Paraguay, Uruguay y Brasil. En este sentido, este trabajo incluye el estudio de la stevia como alimento funcional, en particular sus capacidades edulcorantes naturales, su uso como sustituto del azúcar y los efectos en la salud de su consumo.

2.4.1. Composición de stevia

González-Moralejo (2011), los compuestos responsables del dulzor de la *Stevia rebaudiana* son los glucósidos de esteviol aislados e identificados como esteviósido, esteviolbiósido, rebaudiósido A, B, C, D, E y F y dulcósido.

Tabla 3. Contenido de Glucósidos en % de las hojas secas

| Glucósidos | Contenido de las hojas en peso seco (%) | | |
|----------------|---|-------------------------------|-------------------------------|
| | Gardana <i>et al.</i> (2003) | Goyal <i>et al.</i> (2010) | Kinghorn y Soejarto (1985) |
| Esteviósido | 5,8 ± 1,3 | 9,1 | 5–10 |
| Rebaudiósido A | 1,8 ± 0,2 | 3,8 | 2–4 |
| Rebaudiósido C | 1,3 ± 0,4 | 0,6 | 1–2 |
| Dulcósido | ND | 0,3 | 0,4–0,7 |

Fuente: (González-Moralejo, 2011)

Estas sustancias están presentes en las hojas de las plantas en diferentes cantidades (Tabla 3), dependiendo de la especie, condiciones de cultivo y agrotecnia, hasta un 15% de su composición..

2.4.2. Acción antioxidante de la stevia

Los antioxidantes ayudan a neutralizar los radicales libres (causantes del cáncer, enfermedades cardiovasculares y la diabetes) presentes en la sangre, actuando como captadores de oxígeno y no mostrando efectos secundarios tóxicos (González-Moralejo, 2011). Los análisis en laboratorio demostraron que la Stevia es extraordinariamente rica en hierro,

magnesio y cobalto; no contiene cafeína y posee efectos antioxidantes con la presencia de antocianinas en 3-glucosidos.

González-Moralejo (2011), realizó un estudio sobre la actividad antioxidante del extracto de hojas de Stevia rebaudiana (ALES) en comparación con el ácido ascórbico. Para ello, primero determinaron su contenido en ácidos fenólicos con el uso del reactivo de Foli Ciocalteu, resultando 56,74 mg de ácido fenólico por gramo de ALES; luego comprobó la capacidad para eliminar radicales libres mediante la prueba de DPHT (1-1-difenil-2 picrilohidracilo) con ALES a diferentes concentraciones y ácido ascórbico como patrón, de esta manera observó que a mayores concentraciones de ALES la absorbancia disminuye y por tanto el extracto de hojas de Stevia rebaudiana tiene el poder de eliminar radicales libres, e inhibir sus reacciones en cadena.

2.5. Proceso de elaboración de la compota

A continuación, se describe las operaciones unitarias generales em el proceso de elaboración de compota (Figura 3).

2.5.1. Recepción

La materia prima es adquirida en los mercados de abastos locales.

2.5.2. Preselección

Se verifica visualmente la materia prima, esta no debe presentar defectos que evidencien o que perjudiquen el consumo, como magulladuras, cortes, grietas y ataque de microorganismos como bacterias y hongos, si se pasa por alto esta operación se corre el riesgo de perjudicar la calidad final del producto.

2.5.3 Lavado

El objetivo es eliminar la suciedad acumulada en la superficie de las semillas de la materia prima, debe realizarse con agua potable en abundancia y agitado constante para lograr retirar exitosamente la suciedad adherida en la cáscara del chocho, de esta manera se garantizará la calidad final de la compota.

2.5.4. Pelado

Se realiza con un manualmente por presión de los dedos sobre la semilla, la mecanización de esta operación aún no se ha desarrollado.

2.5.5. Pesado

Operación imprescindible para realizar el cálculo de materia prima a utilizar en el proceso de elaboración, determinación de pesos de los demás insumos y balance de materia para establecer el rendimiento.

2.5.6. Licuado

El propósito es obtener la pulpa de una forma homogénea y facilitar las operaciones posteriores.

2.5.7. Cernido

Con esta operación se pretende separar la pulpa del bagazo y de esta manera garantizar la calidad del producto final.

2.5.8. Dosificación

En esta operación se agrega todos los ingredientes de la compota, la operación depende de la formulación optimizada por experimentación.

2.5.9. Cocción

Se cocina la pulpa de chocho junto con los ingredientes optimizados hasta obtener una mezcla homogénea con los grados Brix deseados.

2.5.10. Envasado

El llenado de la compota se realiza en envases esterilizados y herméticos en un rango de 80 a 85°C

2.5.11. Etiquetado

La información del producto, como fecha de producción y caducidad principalmente son revisados por los consumidores en las etiquetas.

2.5.12. Almacenado

Debe almacenarse en lugares frescos y secos, el producto es mas estable si se almacena a 18 °C.

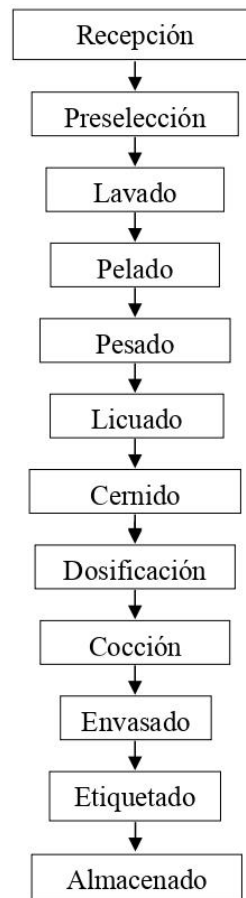


Figura 3. Proceso de elaboración de compota de chocho

2.6. Estabilidad en el almacenamiento y tiempo de vida de anaquel

2.6.1. Fundamentos de las pruebas de vida útil

En general, la estabilidad se refiere al comportamiento de un producto bajo ciertas condiciones de prueba y al seguimiento del producto hasta su falla. El tiempo hasta el fracaso es toda una vida. En la industria alimentaria, la estabilidad básica de los alimentos depende de muchos factores, como los cambios en su composición, el proceso de producción, los materiales de envasado, la atmósfera ambiental y la distribución de los productos envasados.

Cuando se trata de optimizar el procesamiento y la transformación (producción) y su impacto en la estabilidad, se deben considerar algunos factores importantes, como la tecnología poscosecha (calidad de la fruta, estabilidad de almacenamiento, propiedades fisicoquímicas, propiedades funcionales, comportamiento de procesamiento y desarrollo del producto), calidad nutricional (calidad de la proteína, disponibilidad de energía, efectos de reposición y reposición) e incluso rendimientos suficientes que generan ingresos (Speigel, 1995).

En la industria, las pruebas de almacenamiento generalmente se realizan para determinar la vida útil de los productos alimenticios en una o más de las siguientes condiciones:

Normal

Una prueba realizada a temperatura y humedad ambiente para determinar la estabilidad básica de un producto alimenticio (Speigel, 1995).

Acelerada

A escala industrial, es importante saber si el producto resistirá el almacenamiento a largo plazo, por lo que se realizan pruebas de durabilidad acelerada, lo que implica colocar el producto en condiciones difíciles, generalmente por encima de la temperatura y la humedad relativa normales, o a una temperatura más alta y una humedad relativa más baja. Estas condiciones aceleran la tasa de degradación para que el producto se eche a perder más rápido (Speigel, 1995).

Extrema

La condición extrema, además de acelerar el deterioro de productos, es utilizada principalmente para evaluar materiales de empaque (Speigel, 1995).

2.6.2. Factores que afectan la vida útil de productos estériles

El requisito básico de cualquier producto alimenticio es su seguridad durante el uso. Otro requisito es mantener las propiedades organolépticas durante un cierto período de tiempo. La pérdida de estas propiedades no supone un riesgo para la salud, pero es desagradable para los consumidores. En consecuencia, es transcendental intuir las orígenes del deterioro de los alimentos para desarrollar técnicas que puedan evaluar y prevenir el deterioro de los alimentos o al menos retrasar sus efectos sobre los alimentos.

Cambios químicos

Un alimento está expuesto a cambios de su estructura interna y estos son originados por:

- Acción enzimática

A temperaturas moderadas, como la temperatura ambiente, muchas reacciones enzimáticas pueden cambiar rápidamente las características de calidad de los alimentos.

- **Reacciones oxidativas**

Mientras el oxígeno está presente, la presencia de ácidos grasos insaturados en los alimentos es la causa principal de la rancidez durante el almacenamiento (Arias & Arévalo, 2008).

- **Oscurecimiento no enzimático**

La formación de pigmentos oscuros en los alimentos durante el procesamiento y almacenamiento es un fenómeno muy común. Son el principal factor limitante en la durabilidad (Arias & Arévalo, 2008).

- **Cambios físicos**

Los cambios físicos son causados por el manejo inadecuado de los alimentos durante la cosecha, el procesamiento y la distribución. Proporcionan una vida útil más corta. Los más comunes son apariencia, viscosidad, solidificación, sedimentación de sólidos, separación de fases y cristalización de azúcar. El ingrediente más utilizado para prevenir o retrasar cambios en el cuerpo. Los hidrocoloides juegan un papel importante en la textura y apariencia de los productos alimenticios.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en los laboratorios de Análisis de Alimentos, Química, Microbiología de Alimentos, Análisis Sensorial, Planta piloto de Frutas y Hortalizas de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias UNAS, Ubicada en la ciudad de Tingo María, distrito Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánico, con coordenadas geográficas entre 75° 53' 00" W de longitud y 09° 18' 00" S de latitud, tiene una temperatura entre 17 y 32 °C y una humedad relativa media anual del 82%.

3.2. Materiales

3.2.1. Materia Prima

Se trata de granos de chocho que no han sido modificados significativamente en su estado natural y se utilizan para integrarlos en el proceso y transformarlos en productos de consumo final.

La materia prima utilizada en la elaboración de este producto es orgánica, son granos que han alcanzado la madurez y están fácilmente disponibles en nuestro medio. Este proceso consiste en quitar la pulpa de estos frijoles, que es la pulpa sin piel, extraer la pulpa y hacer puré. Su pasta es muy importante en la elaboración de esta conserva, y sólo se le añaden aditivos para mejorar su aspecto físico y convertirla en una compota.

3.2.2. Materiales directos

Fécula de arroz, Stevia como esteviósido, lactosuero, Ácido cítrico, CMC, canela, clavo de olor.

3.2.3 Materiales indirectos

Licadora, marmita para la cocción, paleta de madera, envases de vidrio, recipientes de acero inoxidable y etiquetas.

3.2.4 Equipos

Balanzas, reómetros, termómetros, pH-metro, brixómetro, Incubadora, y equipos de titulación.

3.2.5. Laboratorio

Embudos de vidrio, placas Petri, pipetas graduadas de 2,5 y 10 mL, vaguetas, fiolas de 50, 100 y 500 mL, crisoles de porcelana, buretas, matraces, balones de digestión, termómetros entre otros.

3.2.6. Reactivos y soluciones

hidróxido de sodio, ácido cítrico, solución de NaCl al 2,5%, Solución buffer 7.

3.3. Método de análisis

Las Tablas 4, 5 y 6 describen los métodos utilizados en los análisis fisicoquímicos y el estudio de derivados lácteos acompañado con chocho.

3.3.1. Análisis fisicoquímico

La pulpa de la materia prima y producto final se procesaron de acuerdo con la Tabla 4, que muestra el análisis y método de las muestras de pulpa o compota.

3.3.2. Análisis físico

El análisis físico se realizó en los tratamientos solo para determinar los mejores valores de ajuste, que se realizó como se muestra en la Tabla 5.

3.3.3. Análisis microbiológico

Se detalla en la Tabla 6, se indica que se analizó hongos, levaduras y *E. coli*.

Tabla 4. Métodos para los análisis fisicoquímicos y químico proximales

| Análisis | Muestra | Métodos |
|-------------------------------|------------------|---|
| Humedad | Pulpa y compota | En estufa a presión atmosférica. Método de A.O.A.C. N° 925.09, adaptado |
| Cenizas | Pulpa y compota. | Por calcinación en una mufla a 600°C. Método de la A.O.A.C. N°923.03, adaptado |
| Extracto etéreo | Pulpa y compota | En un equipo Goldfish con 1 a 2 g de muestra. Método de la A.O.A.C. N° 920.39C, adaptado |
| Proteína bruta | Pulpa y compota. | Por Micro Kjeldahl en 0,04 g de materia molido. Método de la A.O.A.C. N° 920.87, adaptado |
| Fibra | Pulpa y compota | Método de la A.O.A.C. N° 962.09 |
| Elementos libres de nitrógeno | Pulpa y compota. | Método de la A.O.A.C. adaptado |
| Minerales | Pulpa y compota | Ca, Mg, K, Na, Cu, Fe, Mn, Zn se determinó por espectrofotometría de absorción atómica |
| pH | Pulpa y compota. | Métodos de la A.O.A.C. N° 981.12, adaptado. |
| Acidez titulable | Pulpa y compota. | Métodos de la A.O.A.C. N° 942.15, adaptado. |

Tabla 5. Métodos para los análisis físicos

| Análisis | Muestras | Métodos |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| pH y grados Brix | Alimento tipo compota | pH-metro y Brixómetro |
| Consistencia / Rendimiento | Alimento tipo compota | Reómetro Brookfield |

Tabla 6. Métodos utilizados en los análisis microbiológicos

| Análisis | Muestras | Métodos |
|--------------------|-----------------|-------------------------|
| Hongos y Levaduras | Compotas | Placa por fabricante |
| E. coli | Compotas | Placa por el fabricante |

3.3.4. Pruebas organolépticas

El objetivo de la prueba sensorial fue determinar el tratamiento óptimo utilizando 13 jueces semi entrenados que evaluaron 12 muestras utilizando nueve pruebas hedónicas de 4 puntos. Esta prueba evalúa color, olor, textura, sabor y aceptabilidad.

Se evaluó el efecto de la adición de almidón de arroz, stevia y suero de leche sobre las propiedades sensoriales de la compota y se proporcionaron muestras del tratamiento en vasos desechables.

El formato de la tabla de puntuación se muestra en el Anexo 1, y los resultados se evaluaron mediante un análisis de superficie de respuesta, donde analizamos un ANVA factorial de 2 x 2 x 3 y optimizamos el sustituto que mejor se ajustaba para obtener la puntuación más alta. Todas las evaluaciones de tratamiento se repitieron tres veces.

3.3.5. Estudio de estabilidad de la compota

Se almacenó las compotas en condiciones aceleradas al 90% de humedad relativa y 35 °C para reducir la duración de los estudios de estabilidad del producto.

Se utilizaron fundas de polietileno-polipropileno y en envases de vidrio para estudiar la estabilidad de la compota de chocho.

Como medida de control para la conservación de la compota de chocho, el producto fue sometido a análisis programados cada dos días, con muestreo aleatorio para determinar humedad, actividad de agua y firmeza durante el almacenamiento.

3.4. Metodología experimental

3.4.1. Caracterización fisicoquímica del chocho

Secuencia de caracterización fisicoquímica de pulpa de chocho (Figura 4).

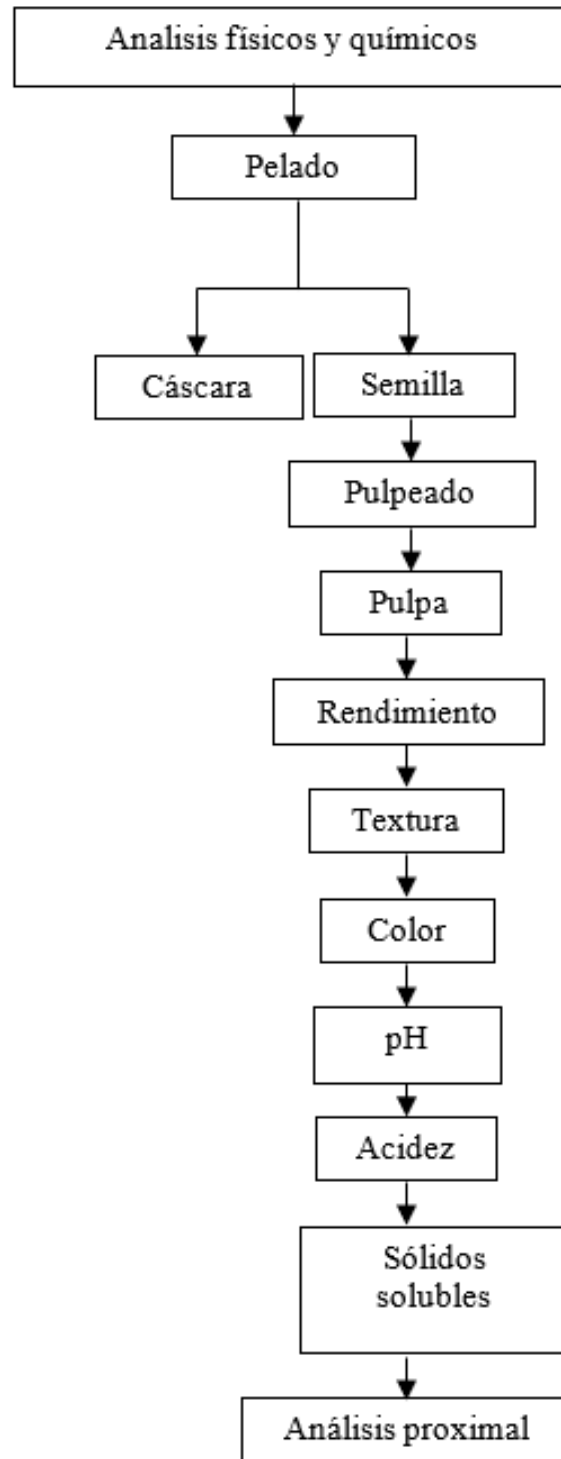


Figura 4. Caracterización de la pulpa de chocho

Recepción de las semillas de chocho

En la recepción se registra el peso utilizando una balanza de 10 kg de capacidad.

Limpieza

Se utilizó agua potable con adición de desinfectante (cloro), concentración (50 ppm / litro).

Pelado

Después del lavado se retiró la cáscara de forma manual mediante la presión de los dedos, después se realizaron pesadas de la cáscara en una balanza digital para establecer el rendimiento.

Caracterización de la pulpa

Se realizaron los siguientes análisis:

- Color interno

Por calificación subjetiva de 13 panelistas en una escala hedónica de 4 puntos. La calificación se realizó directamente en la pulpa y por triplicado. Los resultados se expresaron en puntos de calificación desde un color blanco hasta una crema oscura.

- Sólidos solubles (°Brix)

Se obtuvo la pulpa utilizando una licuadora comercial (modelo Oster Super Deluxe) a alta velocidad durante 5 minutos. La pulpa fue tamizada y se tomó una muestra representativa de 20 mL y se midió el valor de sólidos solubles (porcentaje), se tomaron tres medidas para cada muestra de pulpa.

- pH

Un pHmetro marca Orion, modelo 210A, fue utilizado para medir pH. Un electrodo es introducido en la muestra y se toma la lectura por triplicado en cada muestra.

- Acidez titulable

Un volumen de 25 mL de pulpa es diluido en 250 mL de agua destilada. Se realiza la titulación con NaOH después de agregar 0,3 mL de indicador fenolftaleína), agregar NaOH hasta alcanzar un viraje a color rosa estable. Se calcula el porcentaje de acidez titulable en función del ácido cítrico (factor 0,06404).

- **Análisis químico proximal de la pulpa de chocho**

La caracterización químico proximal de la pulpa de chocho se realizó según lo establecido.

3.4.2. Optimización de la formulación del alimento tipo compota

En esta fase se realizaron los ensayos en base al diagrama de proceso (Figura 6) y de acuerdo con el diseño experimental, cantidad de stevia dos niveles (0,2 y 0,3 g), cantidad de lactosuero, dos niveles (220 y 280 g) y cantidad de fécula de arroz, tres niveles (30, 35 y 40 g).

La optimización de La formulación fue realizada en base a los resultados del análisis sensorial y los resultados de las pruebas físicas.

3.4.3. Determinación del proceso productivo definitivo

La industria alimentaria es responsable de la transformación y producción de alimentos provenientes de la agricultura mediante la elaboración de productos saludables y aptos para el consumo humano, a continuación, se detalla el proceso:

Recepción

Es la primera operación de elaboración y el paso básico para un examen sencillo, completo y necesario de sus cualidades sensoriales, de acuerdo con los criterios para decidir si aceptarlo o rechazarlo. Este proceso requiere que la materia prima alcance un estado adecuado de maduración.

Selección

Durante esta operación, se eliminan todos los granos que se encuentran en mal estado o con cáscara dañada física y microbiológicamente. Las partículas sin defectos estructurales son aceptables en esta etapa.

Pesado

Se registró el peso total de los granos, siendo este peso el 100%

Lavado

Realizado para eliminar la carga microbiana, se utiliza desinfectantes como el cloro, manteniendo así la superficie en óptimas condiciones de preparación. Debe realizarse con agua potable agregando 3% de desinfectante (hipoclorito de sodio), previniendo así el riesgo de contaminación en el producto final.

Pelado

La cáscara fue extraída manualmente presionando los dedos debido a la falta de equipamiento para esta operación.

Pulpeado o licuado

Es la operación en la que se logrará el desmenuzado de la pulpa hasta tener una masa homogénea refinada.

El objetivo es obtener una pulpa homogénea evitando así la formación de grumos durante el procesado. La calidad sensorial de la pulpa es importante para elaborar este producto.

Tamizado

El objetivo de esta operación es obtener una pulpa mayoritariamente libre de impurezas que perjudiquen la calidad final.

Dosificado y Mezclado I

Se agregó la pulpa de chocho y la stevia, se realiza la mezcla con la ayuda de una paleta, paralelamente se va agregando la fécula de arroz y el lactosuero.

Cocción y Mezclado II

Hervir la mezcla durante 10 minutos desde el primer hervor, luego agregar el resto de los ingredientes, moviendo enérgicamente con una paleta de madera. La Tabla 7 muestra las proporciones de los ingredientes en la elaboración de compota.

Tabla 7. Materia prima e insumos para elaborar compota de chocho

| Ingredientes | Pesos (g) | Porcentaje (%) |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| Pulpa de chocho | 1000,00 | 100,00 |
| Lactosuero* | 220,00; 280,00 | 22,00; 28,00 |
| Stevia (Esteviósido)* | 0,20; 0,30 | 0,02; 0,03 |
| Fécula de arroz* | 30,00; 35,00; 40,00 | 3,00; 3,50; 4,00 |
| Clavo de olor | 5,0 | 0,50 |
| Canela | 5,0 | 0,50 |
| CMC | 0,30 | 0,03 |
| Ácido cítrico | 2,00 | 0,2 |

(*) Variables de la formulación

Envasado

Una vez que el producto está listo y ha alcanzado la temperatura adecuada, se envasa térmicamente en frascos de vidrio y bolsas de polietileno a 85°C y se esteriliza para eliminar el oxígeno del envase y así evitar la proliferación de bacterias. El vacío creado en el envasado prolonga la vida útil cuando se guardan en el refrigerador o congelador. Inmediatamente después de llenar y sellar, el frasco se sumerge completa y rápidamente en agua fría, creando un cambio de temperatura repentino que dura de 5 a 10 minutos.

Almacenado

La temperatura para su estabilidad debió estar alrededor de la temperatura de 18 °C, o mantenerse en lugares frescos y secos.

En esta fase realizamos el balance de materia y establecimos los rendimientos por operación y por proceso.

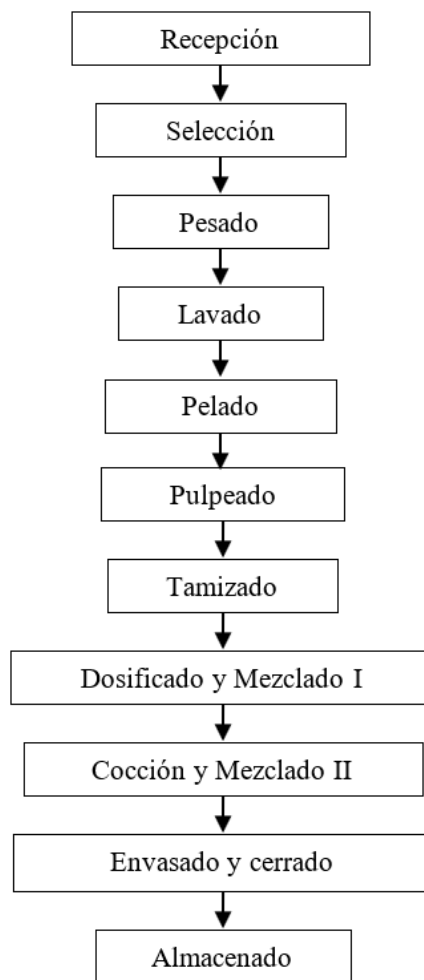


Figura 5. Proceso tentativo para elaborar la compota de chocho

3.4.4. Caracterización de la compota de chocho

Habiendo determinado el mejor tratamiento (formulación) y habiendo establecido el proceso productivo óptimo se caracterizó la materia prima fisicoquímica y microbiológicamente según los métodos descritos en 5.3.2 y 5.3.3.

3.4.5. Estabilidad de la compota de chocho

Se estudió la estabilidad de la compota de lupino en dos tipos de envases: envases de vidrio y bolsas de polietileno de 250 ml. Cuando se almacenan al 90% de humedad relativa y 35°C, las muestras de los productos se analizan aleatoriamente cada tres días para determinar su idoneidad para el consumo humano.

3.5. Diseño experimental

3.5.1. Caracterización de la pulpa de chocho

En esta etapa no existe diseño experimental, solamente existen pruebas fisicoquímicas específicas que se tienen que realizar como ya explicamos en materiales y métodos.

3.5.2. Optimización de la formulación del alimento tipo compota

Diseño experimental para la elaboración de compota de chocho con lactosuero, dos niveles (220 y 280 g), Stevia, dos niveles (0,20 y 0,30 g) y fécula de arroz, tres niveles: (30, 35 y 40 g).

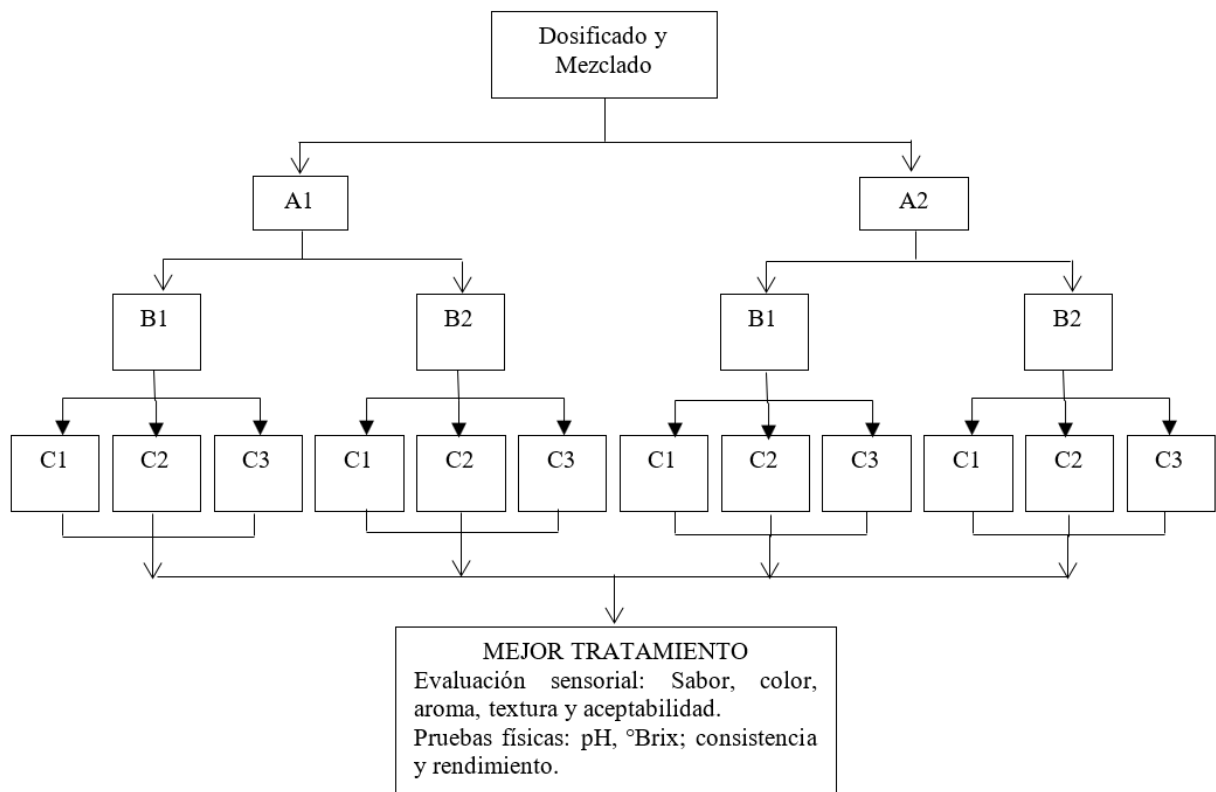


Figura 6. Experimentos para la optimización de la elaboración de compota de chocho

Leyenda:

A: Lactosuero

A1: 22%=220 g A2: 28%=280 g

B: Stevia (Esteviósido)

B1: 0,02%=0,20 g B2: 0,03%=0,30 g

C: Fécula de arroz

C1: 3%=30 g C2: 3,5%=35 g C3: 4%=40 g

3.5.3. Estabilidad de la compota de chocho

En la Figura 7 se tiene los factores de estudio en la estabilidad de la compota de chocho, estos son:

E: Tipo de Envase

E1: vidrio E2: Bolsas de polietileno

Θ: Tiempo de almacenamiento (días)

θ0: 0 días θ1: 3 días θ2: 6 días θ3: 9 días θ4: 12 días θ5: 15 días

θ6: 18 días θ7: 21 días

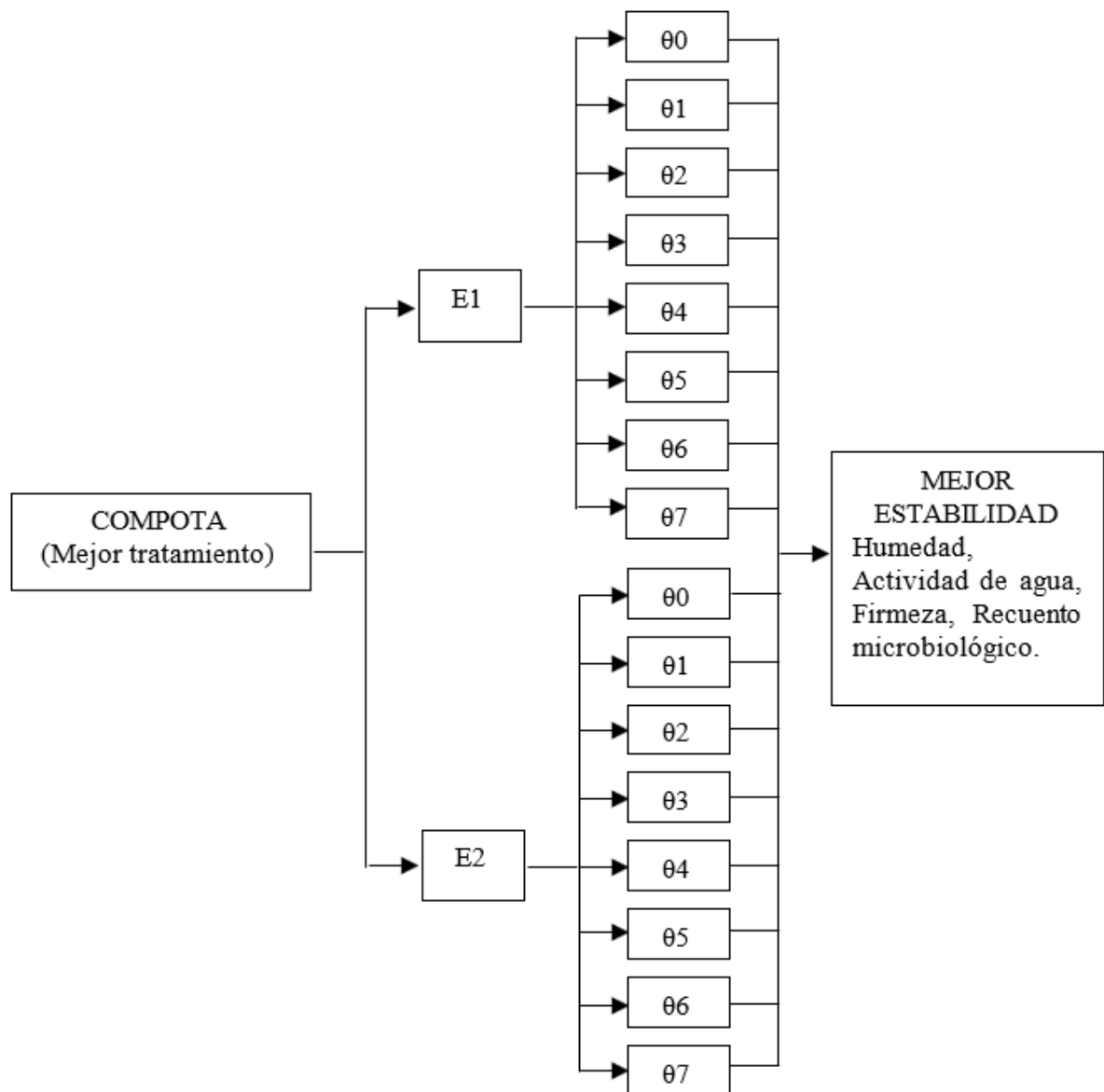


Figura 7. Experimentos para el análisis de estabilidad

3.6. Análisis estadístico

Se analizó estadísticamente, la optimización de la formulación y el estudio de estabilidad de la compota de chocho y también se determinó el tiempo de vida útil.

3.6.1. Optimización de la formulación de la compota de chocho

Para el análisis estadístico se utilizó el programa STATGRAPHICS CENTURION XVII, con el cual se determinó el coeficiente de variación (%) de los datos, se elaboró el análisis de la tabla de varianza, y en caso de ser significativa se realizó la prueba de Duncan con un 95% de confianza. Diferenciación por análisis sensorial (color, olor, sabor, textura y aceptabilidad) y pruebas físicas (pH, Brix, concentración y rendimiento).

Se aplicó el análisis de superficie de respuesta, con un ANVA completo al azar con arreglo factorial de $2 \times 2 \times 3$ con dos repeticiones, cuyo modelo matemático fue:

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + C_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Resultado de la evaluación.

U: Efecto medio de las evaluaciones.

A_i : Lactosuero con 2 niveles: 22% y 28%.

B_j : Stevia con 2 niveles: 0,02% y 0,03%.

C_k : Fécula de arroz con 3 niveles: 3%, 3,5% y 4%.

E_{ij} : Error experimental

3.6.2. Estabilidad de la compota de chocho

Después de determinar el mejor tratamiento de la fórmula, se preparó compota de chocho, se evaluó su estabilidad. El análisis estadístico se realizó con el programa STATGRAPHICS CENTURION XVII mediante el análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple de Tukey para cada factor al 95% de confianza.

$$Y_{ij} = \mu + E_i + \theta_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Respuesta de la aceptabilidad.

μ : Media poblacional.

E_i : Efecto del tipo de envase con dos niveles: Frascos de Vidrio y bolsas de polietileno.

θ_j : Efecto de los tiempos con 7 niveles: 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 y 21 días.

E_{ijk} : Error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de chocho y lactosuero

En el Anexo 2 y Tabla 8, se tiene los datos del análisis fisicoquímico con tres repeticiones y promedio del chocho amargo y desamargado producido en la región Huánuco.

Tabla 8. Análisis fisicoquímico del chocho (bs)

| Componente | Chocho amargo (%) | Chocho desamargado (%) |
|-----------------|-------------------|------------------------|
| Proteína % | 41,267±0,251 | 55,967±0,153 |
| Grasa % | 23,367±0,153 | 8,900 ± 0,100 |
| Ceniza % | 5,167±0,153 | 1,900 ± 0,100 |
| Carbohidratos % | 14,333±0,058 | 6,333 ± 1,153 |
| Fibra % | 12,100±0,100 | 26,500 ± 0,100 |
| Alcaloides % | 3,700±0,100 | 0,167 ± 0,057 |
| Total % | 100,000±0,066 | 100,000±0,233 |
| pH | - | 6.200±0.000 |
| Acidez | - | 0,120±0,000 |
| Humedad % | 15,900 ± 0,100 | 71,967 ± 0,153 |

bs: base seca

En la Tabla 8, es evidente el aumento de humedad desde 15,9 % en el chocho amargo a un 71,967% en el chocho desamargado expresados en base seca no coincidiendo con la literatura Reyes et al. (2017), donde se reporta para el primer caso 46,3% y para el segundo 69,7%

Los carbohidratos solubles se reducen en la operación de desamargado de 14,333% a un 6,333%, disminución similar al que determinó Caicedo and Peralta (2000) aunque con valores diferentes.

Además, se da una reducción de grasa de 23,367 en el chocho amargo a 8,900 en el chocho desamargado, la acción emulsificante de la lecitina es responsable de este suceso.

El desamargado incrementa aparentemente las concentraciones de proteína y fibra.

La cantidad de alcaloides cae de 3,700% en frejoles crudos a 0,167% (Figura 7) después del desamargado, este fenómeno es similar a los resultados obtenidos por Villacreses (2011).

El chocho desamargado es un alimento de alto valor nutritivo y de alto interés para la nutrición humana y animal debido a que contiene un nivel de proteína elevado (Tabla 9).

En el Anexo 3 y Tabla 9 se tiene los análisis realizados para la caracterización fisicoquímica del lactosuero.

Tabla 9. Análisis fisicoquímico del lactosuero (bs)

| Componente | Promedio (%) |
|-------------------|---------------------|
| Proteína | 28,500±0,100 |
| Grasa | 4,633±0,153 |
| Ceniza | 6,267±0,058 |
| Carbohidratos | 60,367±0,058 |
| Fibra | 0,133±0,058 |
| Total | 99,900±0,100 |
| pH | 6,433±0,058 |
| Acidez (mg/L) | 0,223±0,153 |
| Humedad (% bh) | 93,267±0,058 |

En la Tabla 9 se observa que los nutrientes que sobresalen son la proteína 28,500%, carbohidratos 60,367%, demostrando que el lactosuero es una buena fuente de nutrientes para la compota elaborada, estos resultados es concordante con lo reportado por Camacho (2010).

4.2. Evaluación sensorial y pruebas físicas para optimizar la formulación

4.2.1. Evaluación sensorial

En el análisis sensorial se evaluó los siguientes factores lactosuero, esteviósido y fécula de arroz y los atributos sensoriales fueron el color, olor, sabor, textura y aceptabilidad.

Color

Los resultados de las evaluaciones de color (Anexo 4) fueron analizados mediante un diseño factorial 2 x 2 x 3, el ANVA (Anexo 5) demuestra que no existe diferencias entre los tratamientos ($p > 0,05$).

El análisis de superficie respuesta evidencia que 280 g de lactosuero, 0,30 g de esteviósido y 30 g de fécula de arroz alcanzan el máximo valor en el atributo color (2,625), este valor es aproximadamente 3, por lo tanto, la compota de chocho muestra el color opaco el cual corresponde al color natural de la pulpa de chocho (Tabla 10).

Tabla 10. Resultados de la optimización del color

| Factor | Bajo | Alto | Óptimo |
|-----------------|-------|-------|--------|
| Lactosuero | 220,0 | 280,0 | 280,0 |
| Esteviósido | 0,2 | 0,3 | 0,3 |
| Fécula de arroz | 30,0 | 40,0 | 30,0 |

Se puede verificar los valores óptimos también mediante el análisis del gráfico de efectos principales (Figura 8), gráfico de superficie respuesta (Figura 9) y gráfico de contornos (Figura 10)

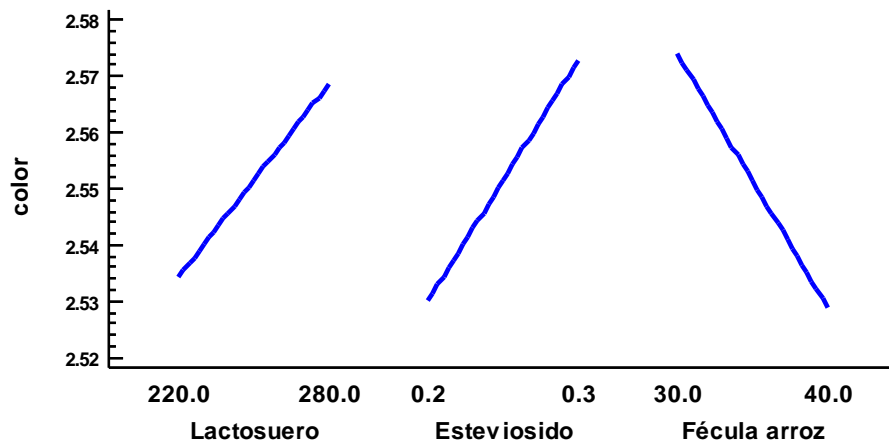


Figura 8. Efectos principales del color de la compota de chocho

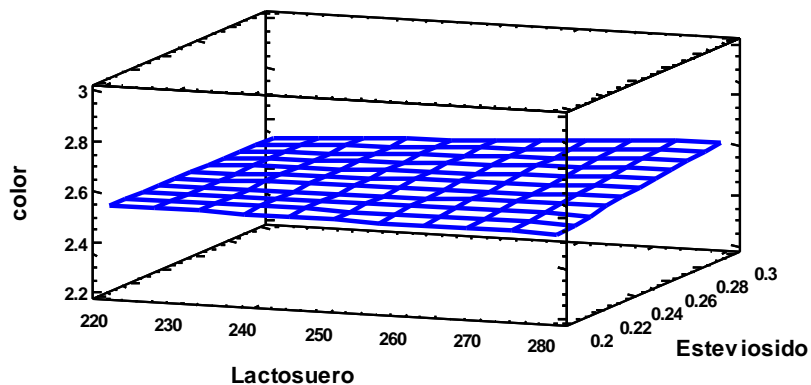


Figura 9. Superficie de respuesta estimada del color

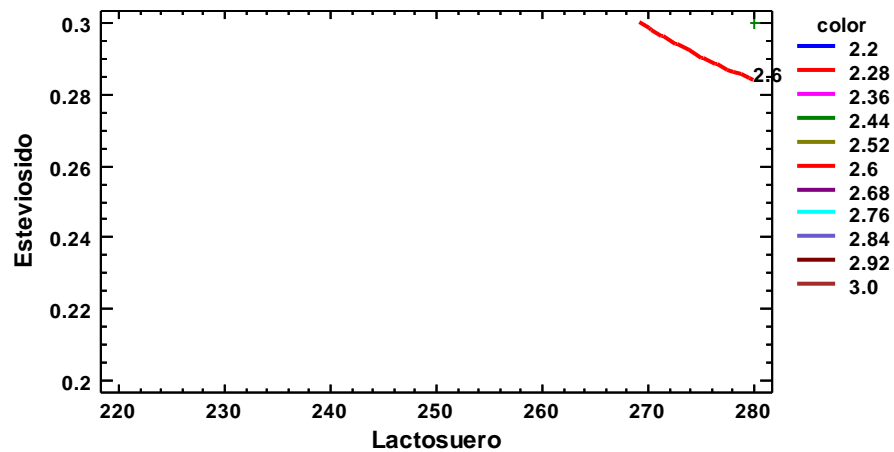


Figura 10. Contorno de superficie respuesta del atributo color

Olor

Los puntajes de la evaluación de olor realizado con los panelistas fueron registrados y se encuentran en el Anexo 6, el análisis de varianza con 5% de significancia demostró diferencias significativas ($p < 0,05$) en el factor lactosuero (Anexo 7).

La optimización mediante superficie respuesta encontró que el mejor tratamiento (T7) alcanzó 2,934, siendo este valor prácticamente 3, lo cual demuestra que el olor es ligeramente perceptible a chocho (Tabla 11). Las proporciones de insumos que alcanzan el valor óptimo son 280 g de lactosuero, 0,20 g de esteviósido y 30 g de fécula de arroz

Tabla 11. Resultados de la optimización del olor

| Factor | Bajo | Alto | Óptimo |
|-----------------|-------------|-------------|---------------|
| Lactosuero | 220,0 | 280,0 | 280,0 |
| Esteviósido | 0,2 | 0,3 | 0,2 |
| Fécula de arroz | 30,0 | 40,0 | 30,0 |

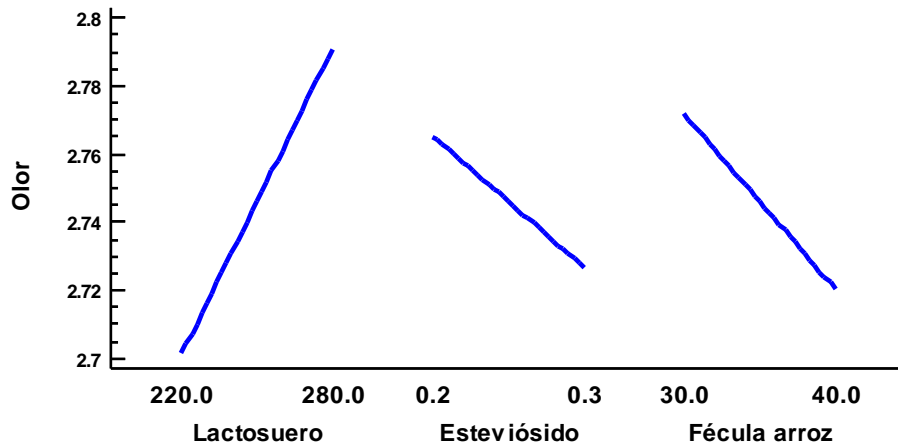


Figura 11. Efectos principales del olor de la compota de chocho

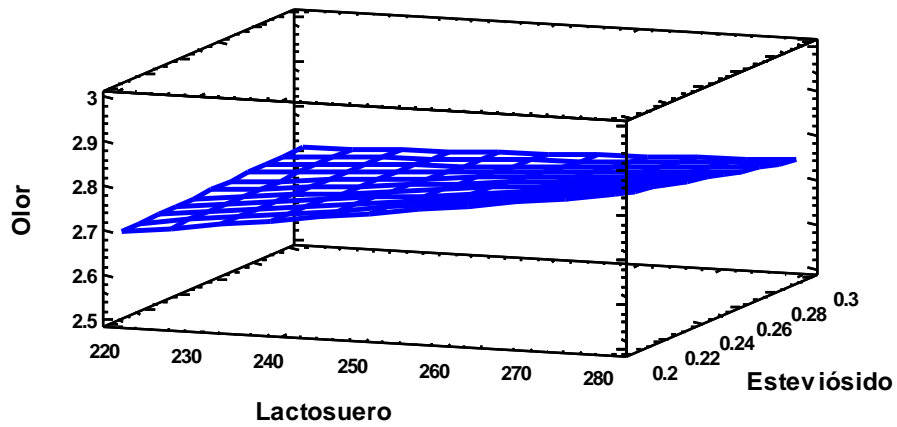


Figura 12. Superficie de respuesta estimada del olor

La información de la Tabla 11 es ratificada según los gráficos de las figuras 11, 12 y 13.

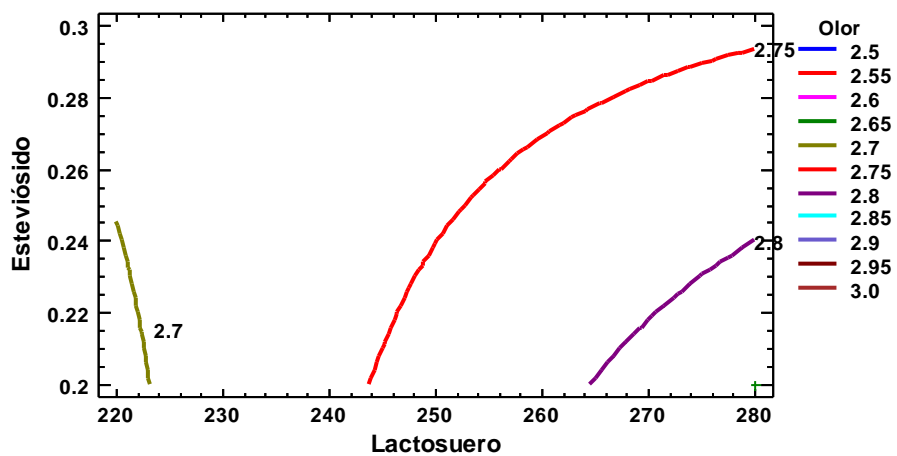


Figura 13. Contorno de superficie respuesta del atributo olor

Sabor

Los valores según la escala hedónica fueron dados por los panelistas y se muestran en el Anexo 8. Los datos fueron procesados mediante un análisis de varianza (Anexo 9), se demuestra que de los tres factores estudiados el lactosuero y esteviósido mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$), incluyendo también sus interacciones. La formulación o tratamiento óptimo corresponde al T3 (220 gramos de lactosuero, 0,20 gramos de esteviósido y 40 gramos de fécula de arroz) mostrado en la Tabla 12.

Tabla 12. Resultados de la optimización del sabor

| Factor | Bajo | Alto | Óptimo |
|-----------------|-------|-------|--------|
| Lactosuero | 220,0 | 280,0 | 220,0 |
| Esteviósido | 0,2 | 0,3 | 0,2 |
| Fécula de arroz | 30,0 | 40,0 | 40,0 |

La tendencia de la tabla 12 se ratifica según las figuras 14, 15 y 16, donde se observa los valores óptimos.

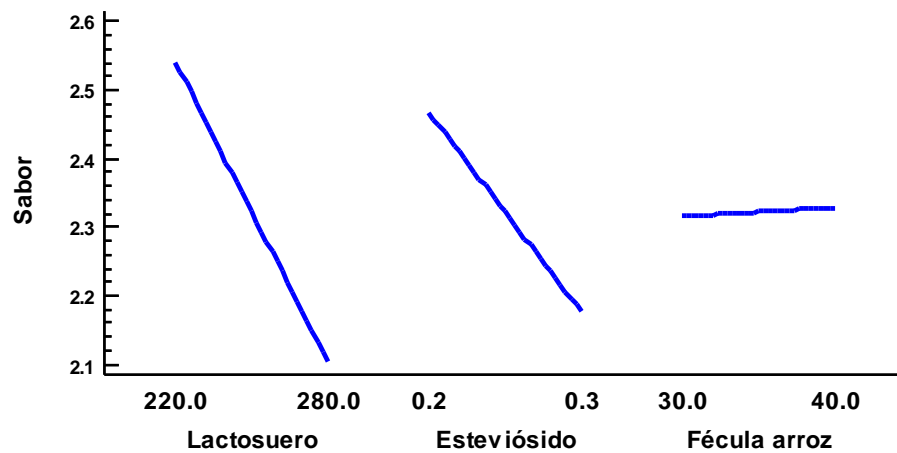


Figura 14. Efectos principales del sabor de la compota de chocho

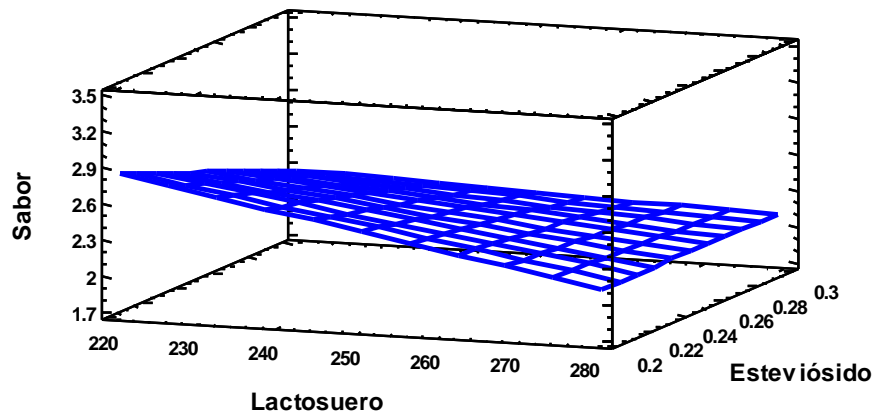


Figura 15. Superficie de respuesta estimada del sabor

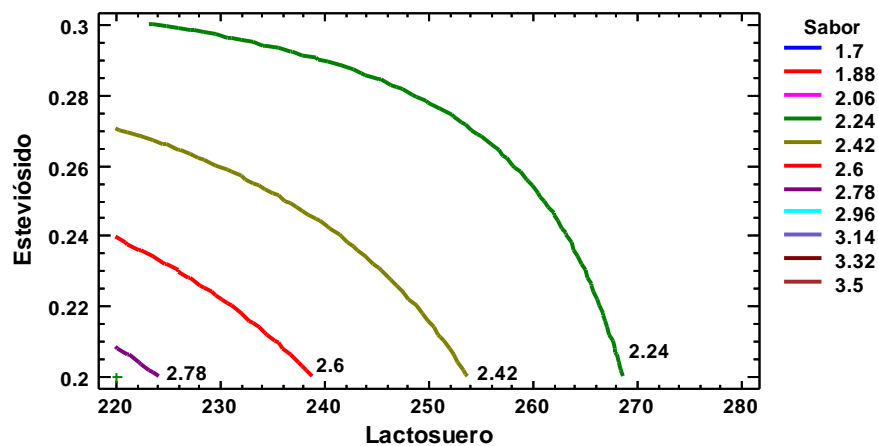


Figura 16. Contorno de superficie respuesta del atributo olor

Textura

La evaluación de la textura se presenta en el Anexo 10. Mediante la aplicación del diseño factorial $2 \times 2 \times 3$, se determinó la optimización de la textura de los tratamientos. En el Anexo 11, se reporta el ANOVA, El lactosuero y fécula de arroz demuestran diferencias estadísticas, como también para la interacción entre lactosuero y fécula de arroz, por lo tanto, existen tratamientos diferentes existiendo un óptimo.

La Tabla 13, demuestra que el mejor tratamiento es T9 (280 gramos de lactosuero, 0,2 gramos de esteviósido y 40 gramos de fécula de arroz) presento un promedio de calificación de 3,45726 puntos que equivale entre 3 y 4; por lo tanto, la compota de chocho tiene textura entre gelatinosa y blanda gelatinosa.

Tabla 13. Resultados de la optimización de la textura

| Factor | Bajo | Alto | Óptimo |
|-----------------|-------------|-------------|---------------|
| Lactosuero | 220,0 | 280,0 | 220,0 |
| Esteviósido | 0,2 | 0,3 | 0,2 |
| Fécula de arroz | 30,0 | 40,0 | 40,0 |

Los resultados de la Tabla 13 son consecuentes con las figuras 17, 18 y 19. Debido a que el lenguaje gráfico ayuda a la interpretación de los resultados.

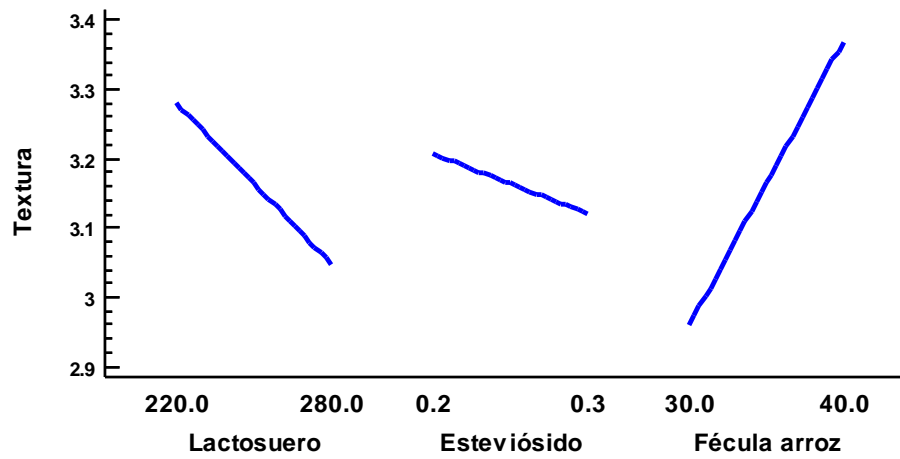


Figura 17. Efectos principales de la textura de la compota de chocho

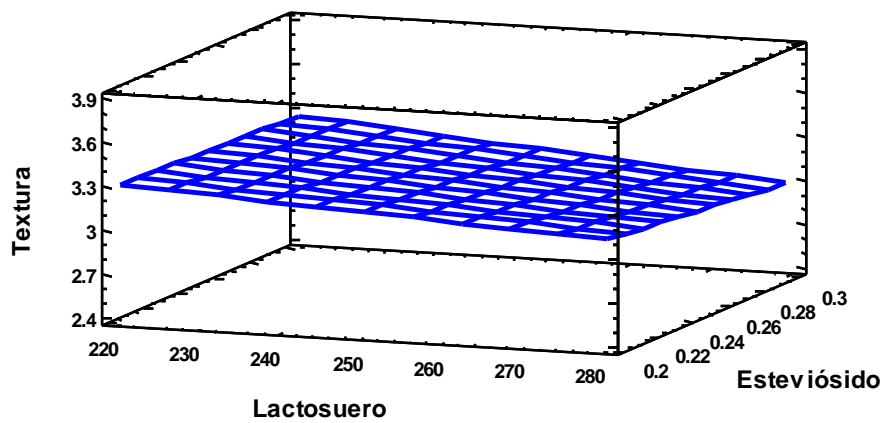


Figura 18. Superficie de respuesta estimada de la textura

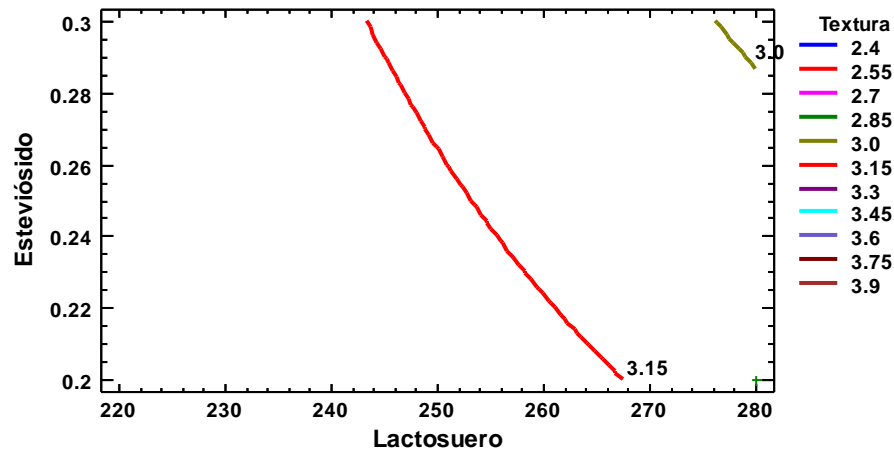


Figura 19. Contorno de superficie respuesta del atributo textura

Aceptabilidad

Mediante la aplicación del diseño factorial $2 \times 2 \times 3$, se evaluó la aceptabilidad de los experimentos a través de los panelistas (Anexo 12).

El ANVA, demuestra que todos los factores existen diferencia estadística significativa ($p < 0,05$), más no así para las interacciones por lo tanto los tratamientos son diferentes, es decir existe un óptimo.

En la Tabla 14, la optimización nos proporciona como mejor tratamiento T10 (280 gramos de lactosuero, 0,3 gramos de esteviósideo y 30 gramos de fécula de arroz) con un óptimo de 2,95406 que se aproxima a 3.

Tabla 14. Maximización de la aceptabilidad

| Factor | Bajo | Alto | Óptimo |
|-----------------|-------|-------|--------|
| Lactosuero | 220,0 | 280,0 | 280,0 |
| Esteviósideo | 0,2 | 0,3 | 0,3 |
| Fécula de arroz | 30,0 | 40,0 | 30,0 |

Observando las figuras 20, 21 y 22, es muy visibles en la superficie de respuesta y en los contornos donde se aprecia que el óptimo está en el vértice superior derecho.

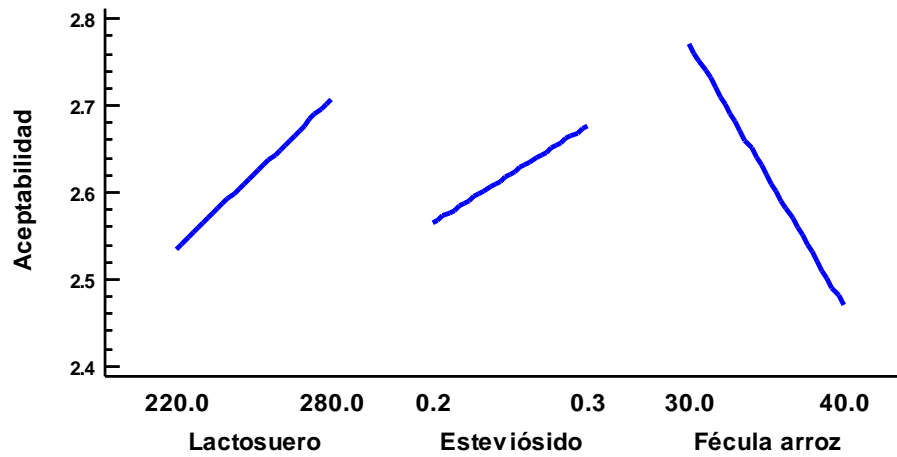


Figura 20. Efectos principales de la aceptabilidad de la compota de chocho

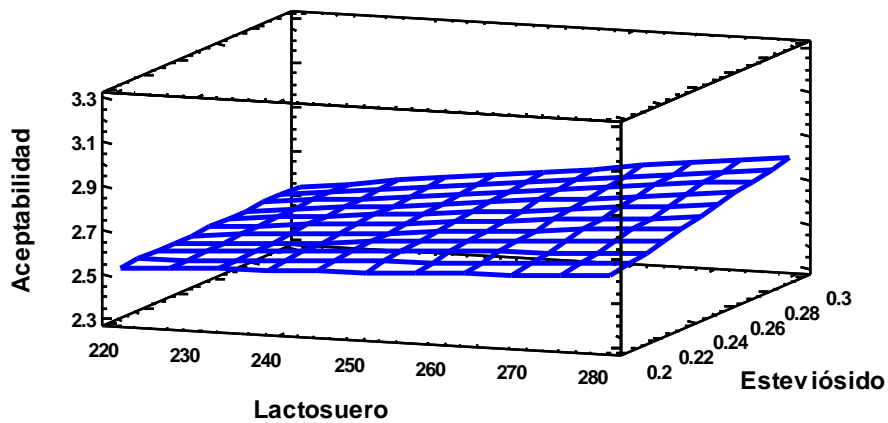


Figura 21. Superficie de respuesta estimada de la aceptabilidad

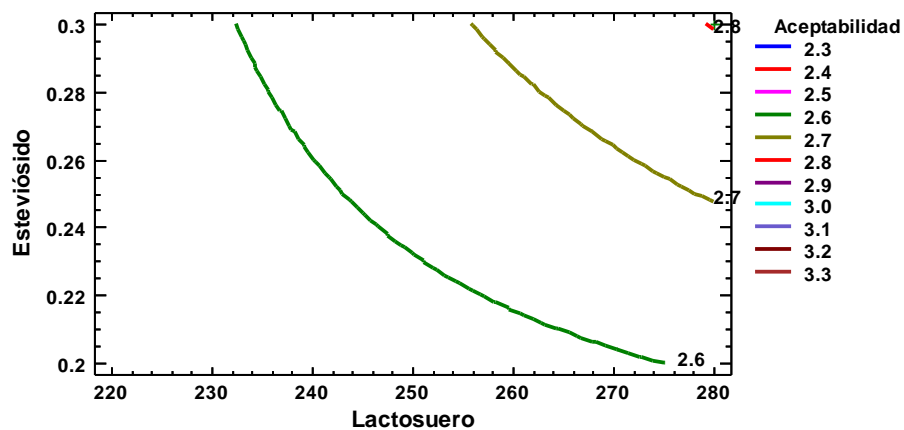


Figura 22. Contorno de superficie respuesta del atributo aceptabilidad

Promedio cualitativo para establecer el mejor tratamiento

Para establecer el tratamiento que mas se ajusta a los valores óptimos de todos los atributos, se calculó los promedios cualitativos (Tabla 15).

Tabla 15. Promedios cualitativos de las optimizaciones realizadas para cada atributo

| Factor | Color | Olor | Sabor | Textura | Acept | Ū |
|-----------------|--------------|-------------|--------------|----------------|--------------|----------|
| Lactosuero | 280,0 | 280,0 | 220,0 | 220,0 | 280,0 | 280,0 |
| Esteviósido | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 |
| Fécula de arroz | 30,0 | 30,0 | 40,0 | 40,0 | 30,0 | 30,0 |

Según la Tabla 15 el tratamiento T7 (280 gramos de lactosuero, 0,2 gramos de esteviósido y 30 gramos de fécula de arroz) es el óptimo.

4.2.2. Evaluación física

En la Tabla 16, se registra los grados Brix y pH, de la compota de chocho.

Tabla 16. Resultados de la evaluación física de la compota de chocho

| Trat | ° Brix (%) | | | | pH | | | |
|-------------|-------------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | X | R1 | R2 | R3 | X |
| T1 | 22 | 22 | 21 | 21,666 | 4,2 | 4,18 | 4,2 | 4,193 |
| T2 | 22 | 22 | 21 | 21,667 | 4,2 | 4,17 | 4,18 | 4,183 |
| T3 | 21 | 21 | 22 | 21,333 | 4,18 | 4,18 | 4,19 | 4,183 |
| T4 | 20 | 20 | 21 | 20,333 | 4,1 | 4,0 | 4,08 | 4,060 |
| T5 | 20 | 20 | 19 | 19,667 | 4 | 3,9 | 3,9 | 3,933 |
| T6 | 19 | 19 | 20 | 19,333 | 3,9 | 3,9 | 3,8 | 3,867 |
| T7 | 20 | 19 | 19 | 19,333 | 3,8 | 3,7 | 3,9 | 3,800 |
| T8 | 19 | 19 | 18 | 18,667 | 3,8 | 3,8 | 3,7 | 3,767 |
| T9 | 19 | 19 | 18 | 18,667 | 3,8 | 3,7 | 3,8 | 3,767 |
| T10 | 19 | 18 | 18 | 18,333 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,733 |
| T11 | 18 | 18 | 17 | 17,667 | 3,7 | 3,7 | 3,6 | 3,667 |
| T12 | 17 | 18 | 17 | 17,333 | 3,7 | 3,7 | 3,7 | 3,700 |

Grados Brix

La Tabla 16, reporta la concentración de sólidos solubles de la compota, en el rango de 17,33 a 21,67, los valores están lejos del rango según la normativa 65 a 68 °Brix para estos alimentos, la diferencia puede atribuirse que la compota se elaboró con esteviósido como edulcorante.

En el Anexo 14 se tiene el ANVA de los grados Brix donde se observa que para las tres variables en estudio existe diferencia por esta razón se hizo la prueba de Duncan (Tabla 17) donde observamos que a menor cantidad de suero mayor grado Brix, a menor cantidad de esteviósido mayor grado Brix y a menor cantidad de fécula de arroz mayor grado Brix

Tabla 17. Prueba de medias para Grados Brix por lactosuero, esteviósido y fécula de arroz

| Lactosuero | Casos | Media LS |
|------------------------|--------------|-----------------------|
| 280 | 6 | 18,3333 ^a |
| 220 | 6 | 20,6667 ^b |
| Esteviósido | | |
| 0,3 | 6 | 18,7778 ^a |
| 0,2 | 6 | 20,2222 ^b |
| Fécula de arroz | | |
| 40 | 4 | 19,1667 ^a |
| 35 | 4 | 19,4167 ^{ab} |
| 30 | 4 | 19,9167 ^b |

T7 es el tratamiento óptimo y corresponde un valor de 19,33 grados Brix, siendo esta cantidad muy baja en los alimentos tipo compota.

pH

En la Tabla 18, muestra un rango de pH de 3.7 a 4.193. Los valores obtenidos permiten conocer la acidez de la compota y al mismo tiempo determinar si favorece la proliferación de microorganismos, el valor de pH de tales productos (3,3 a 3,9), consecuencia de un crecimiento microbiano bajo.

Tabla 18. Prueba de medias para pH por lactosuero, esteviósido y fécula de arroz

| Lactosuero | Casos | Media LS |
|--------------------|--------------|----------------------|
| 280 | 6 | 3,73889 ^a |
| 220 | 6 | 4,07 ^b |
| Esteviósido | | |
| 0,3 | 6 | 3,82667 ^a |
| 0,2 | 6 | 3,98222 ^b |

El análisis de varianza (Anexo 15) se observa el pH es influenciado por los factores lactosuero y esteviósido en estudio existe diferencia estadística, más no así para la fécula de arroz, por esta razón se hizo la prueba de Duncan de la Tabla 18 donde observamos que a menor cantidad de suero mayor pH, y a menor cantidad de esteviósido mayor pH.

Para el tratamiento óptimo determinado por análisis sensorial, el valor promedio de pH de T7 I fue de 3,8; es decir, la compota se consideró un producto moderadamente ácido, por lo que la sinéresis pudo ocurrir antes.

4.2.3. Elección del mejor tratamiento

La respuesta experimental que aplicar fue la que se obtuvo con el análisis sensorial y en la evaluación física obteniendo como resultado el tratamiento T7 (280 gramos de lactosuero, 0,2 gramos de esteviósido y 30 gramos de fécula de arroz).

4.3. Proceso productivo definitivo

Las pruebas preliminares, han servido para establecer el diagrama de flujo final que se muestra en la Figura 23, y se describe a continuación:

4.3.1. Recepción

Es la primera operación de elaboración de las compotas y el paso básico para un examen sencillo, completo y necesario de sus atributos sensoriales; de acuerdo con los criterios para decidir si aceptarlo o rechazarlo. En este proceso, las materias primas deben reunir las condiciones para que el grano no presente daño por plagas ni daños mecánicos, su calidad sensorial debe ser impecable y físicamente la forma debe ser redonda con un tamaño correspondiente al diámetro entre 7 a 8 mm.

4.3.2. Selección

Durante este paso, se eliminan todos los granos que se encuentran en mal estado o que tienen cáscaras dañadas física y microbiológicamente,

4.3.3. Pesado

Este registro fue considerado como el 100% del peso total antes de la elaboración de la compota.

4.3.4. Lavado

Esto se hace para reducir la carga microbiana adherida a la cáscara mediante el uso de un desinfectante adecuado como el cloro para dejar la superficie en condiciones óptimas de preparación. La materia prima se lava con agua potable y se utiliza hipoclorito de sodio al 3% como desinfectante, lo que asegura la eliminación de microorganismos patógenos que pueden alterar la calidad del producto final.

4.3.5. Pelado

Realizado manualmente frotando con la yema de los dedos hasta el desprendimiento de la cáscara.

4.3.6. Precocido

Este proceso de cocción se realiza a la temperatura de 90 °C durante 10 minutos, esta operación rompe las membranas celulares del grano y lograr la suavidad deseada. La proporción de grano y agua es de 1 a 1, es decir un kilogramo de grano requiere un kilogramo de agua.

4.3.7. Licuado

Realizado en una licuadora industrial de acero inoxidable a una velocidad de 1500 rpm por 5 minutos. Esta operación permite obtener pulpa limpia en estado homogéneo, evitando así la formación de grumos durante el procesado. Las propiedades organolépticas de esta pulpa resultaron ser agradables, la falta de amargor y la textura es suficiente para que se desarrolle el producto.

4.3.8. Tamizado

Esta operación tiene como objetivo obtener la máxima cantidad de pulpa diluida para obtener una mezcla homogénea y un líquido con menor contenido de partículas y fibras insolubles para mejorar la calidad del producto final, y se realiza sobre tamices de acero inoxidable.

4.3.9. Dosificado y Mezclado I

El estevióside es añadido a la pulpa de chocho y con la ayuda de una paleta de madera se mezcla en un recipiente de acero inoxidable.

4.3.10. Cocción y Mezclado II

La pulpa de chocho se hierve con estevióside a 100 °C durante 10 minutos desde la primera ebullición, luego se agrega almidón de arroz y otros ingredientes y se agita vigorosamente con una espátula de madera. La cantidad de materias primas y componentes para la elaboración de la fruta confitada se muestra en la Tabla 19. Esta mezcla debe alcanzar una temperatura superior a los 65 °C para modificar el almidón y así dar la viscosidad necesaria a las conservas. Cabe señalar que la cocción a largo plazo y las altas temperaturas provocan la evaporación de los ingredientes y la desnaturalización de las proteínas, lo que cambia las propiedades del producto.

4.3.11. Envasado

Se envasa térmicamente a 85 °C en frascos de vidrio con tapas estériles, se elimina el oxígeno del recipiente para evitar el crecimiento y desarrollo bacteriano y, al crear un vacío, permite que los alimentos duren más cuando se refrigeran o congelan. Inmediatamente después de llenar y sellar, el frasco se sumerge completa y rápidamente en agua fría, creando un cambio de temperatura repentino que dura de 5 a 10 minutos.

Tabla 19. Materia prima e insumos para elaborar compota de chocho

| Componentes | Gramos | Porcentaje (%) |
|----------------------|---------------|-----------------------|
| Pulpa de chocho | 1000,00 | 100,00 |
| Lactosuero | 280,00 | 28,00 |
| Stevia (Estevióside) | 0,20 | 0,02 |
| Fécula de arroz | 30,00 | 3,00 |
| Ácido cítrico | 2,00 | 0,2 |
| CMC | 0,30 | 0,03 |
| Canela | 5,0 | 0,50 |
| Clavo de olor | 5,0 | 0,50 |

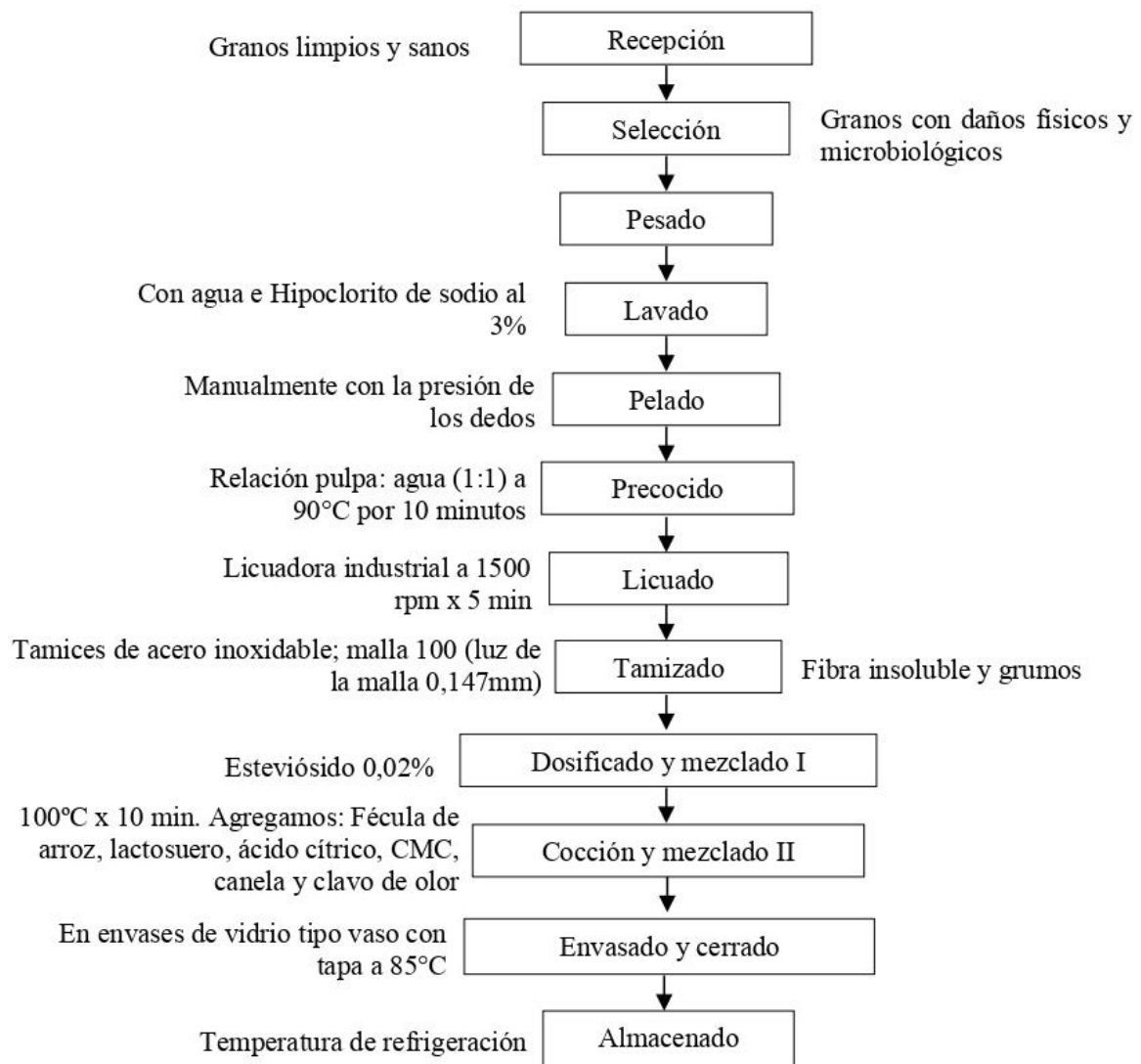


Figura 23. Proceso definitivo para elaborar la compota de chocho

4.3.12. Almacenado

La estabilidad de la compota de chocho se logra mejor a temperaturas de refrigeración.

4.4. Balance de materia y rendimiento

El balance de materia y rendimiento en la elaboración de compota de chocho se muestra en la figura 24.

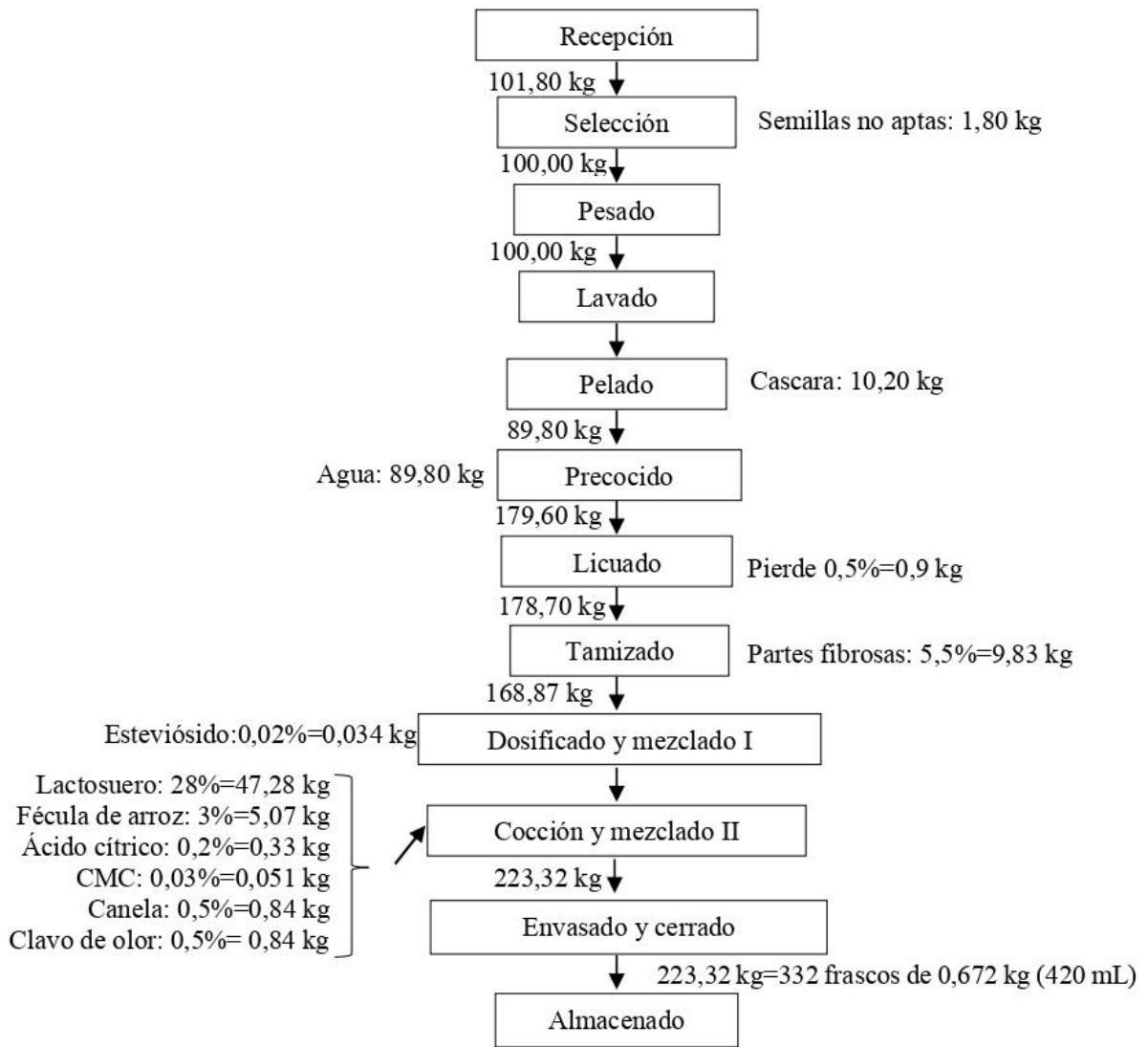


Figura 24. Balance de materia de la compota de chocho

Se aprecia un rendimiento de 132,24% si consideramos la pulpa con agua igual a 168,87 como el 100% y si consideramos 101,8 kg de materia inicial partiendo de la semilla desamargada entonces el rendimiento fue de 219,37% debido al volumen de agua, lactosuero, fécula de arroz, esteviósido, ácido cítrico, CMC, canela y clavo de olor. Si envasamos en vasos de vidrio con 0,672 kg de contenido o 420 mL tendremos 332 envases con compota de chocho.

4.5. Caracterización fisicoquímica y microbiológica del producto final

La compota de chocho fue caracterizada en forma fisicoquímica y microbiológica (Tablas 20 y 21).

Tabla 20. Análisis fisicoquímico de la compota de chocho

| Componente | Promedio (%) |
|-------------------|---------------------|
| Proteína | 26,67±0,10 |
| Grasa | 7,78±0,15 |
| Ceniza | 2,03±0,06 |
| Carbohidratos | 10,23±0,07 |
| Fibra | 16,16±0,04 |
| pH | 3,8±0,05 |
| Acidez (mg/L) | 0,3±0,15 |
| Humedad (% bh) | 34,11±0,068 |

El porcentaje de proteínas de la compota de chocho fue $26,67 \pm 0,10\%$ (Tabla 4), esto se justifica puesto que el chocho (*L. mutabilis*) tiene un contenido proteico arriba del 45% en base seca (Aguilar-Acosta et al., 2020). El lactosuero solo aporta entre 6 a 10 g por litro (Parra, 2009), sin embargo, la bioactividad de las proteínas del suero está directamente relacionada con sus propiedades estructurales. Pueden actuar como una molécula completa o como péptidos bioactivos pequeños o parcialmente hidrolizados. Los efectos de la bioactividad y la eficacia de las proteínas del suero se han estudiado tanto en modelos animales como humanos. Estos efectos beneficiosos incluyen una mejor digestibilidad y una reducción del riesgo de enfermedades crónicas, entre otros. Por estas razones y más, las proteínas de suero ácido tienen aplicaciones potenciales para su comercialización en el mercado. La diversidad de aplicaciones y beneficios para la salud prevén más productos a base de suero ácido en el futuro (Rocha-Mendoza et al., 2021).

En comparación Cosavalente et al. (2017) reportaron porcentaje de proteínas (10,29 a 18,34%) en la compota preparada a base de quinua, leche de soya, pulpa de mango y durazno. Hay que resaltar también que nuestra compota tiene un alto de contenido de carbohidratos y fibra (Tabla 20) en comparación con la compota de manzana y oca reportados por Pilamala et al. (2018) el contenido de carbohidratos es 14,60%, mientras que el contenido de fibra es 2,29%.

Tabla 21. Resultados del análisis microbiológico de la compota de chocho

| Parámetros Microbiológicos | Dilución | Hongos (ufc/g) | Levaduras (ufc/g) | Anaerobios (ufc/g) |
|-----------------------------------|------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|
| Envase de Vidrio | 10 ⁻¹ | - | - | - |
| | 10 ⁻² | - | - | - |
| Envase de polietileno | 10 ⁻¹ | - | - | - |
| | 10 ⁻² | - | - | - |

En la Tabla 21 se tiene el análisis microbiológico de la compota de chocho que se hicieron en dos tipos de envase para las pruebas de estabilidad y determinación de la vida útil, se observa la ausencia total de microorganismos.

4.6. Estabilidad y vida útil

La Tabla 22 muestra los estudios de estabilidad de las compotas de chocho, donde se investigó la humedad, la actividad del agua y la consistencia por tiempo de almacenamiento y tipo de recipiente.

4.6.1. Humedad

El ANOVA realizado de acuerdo con el Anexo 16 determinó que el contenido de humedad de la compota de chocho no difirió significativamente según el tipo de envase y el tiempo de almacenamiento (no se realizó la prueba de Duncan), confirmando que los envases de vidrio y polietileno retienen la humedad y no cambian con el tiempo, a pesar de la sinéresis del producto debido a la acidez. Estos resultados son consistentes con la experiencia adquirida en el procesamiento de este tipo de productos (desarrollo experimental y seguimiento), la cual determinó que el contenido de humedad del producto final debe ser del 25% al 30%, porcentaje que reduce la presencia de agentes alteradores de alimentos (microorganismos) en el producto.

Tabla 22. Factores de la estabilidad para la compota de chocho

| Trat. | Factores de estudio | | Variables de evaluación | | |
|-------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|
| | Envase | Tiempo de Almacenamiento (días) | Humedad | Actividad de agua | Consistencia (cm / 30) |
| 1 | Vidrio | 0 | 37,52 | 0,589 | 12,67 |
| 2 | Vidrio | 3 | 37,50 | 0,581 | 12,65 |
| 3 | Vidrio | 6 | 37,47 | 0,587 | 12,60 |
| 4 | Vidrio | 9 | 37,49 | 0,595 | 12,53 |
| 5 | Vidrio | 12 | 37,52 | 0,588 | 12,53 |
| 6 | Vidrio | 15 | 37,50 | 0,585 | 12,50 |
| 7 | Vidrio | 18 | 37,47 | 0,593 | 12,47 |
| 8 | Vidrio | 21 | 37,48 | 0,585 | 12,46 |
| 9 | Polietileno | 0 | 37,49 | 0,590 | 11,62 |
| 10 | Polietileno | 3 | 37,46 | 0,573 | 11,58 |
| 11 | Polietileno | 6 | 37,47 | 0,581 | 11,56 |
| 12 | Polietileno | 9 | 37,48 | 0,590 | 11,54 |
| 13 | Polietileno | 12 | 37,49 | 0,583 | 11,52 |
| 14 | Polietileno | 15 | 37,52 | 0,5814 | 11,48 |
| 15 | Polietileno | 18 | 37,55 | 0,5934 | 11,44 |
| 16 | Polietileno | 21 | 37,51 | 0,5730 | 11,40 |

4.6.2. Actividad de agua

Del análisis estadístico (Anexo 17), el tipo de envase y los días de almacenamiento tiene influencia significativa ($p < 0,05$) sobre la actividad de agua. Para saber que tratamientos son iguales o diferentes se realizó la prueba de Duncan al 5%, en ambos tipos de envases la actividad de agua está comprendido entre 0,583 y 0,589, en ambos no es posible la proliferación de mohos y levaduras.

En relación con el tiempo de almacenamiento existe una diferencia estadística desordenada de la actividad de agua, pero ninguno de los valores es superior a 0,8 que es el óptimo para el desarrollo de mohos.

Tabla 23. Prueba de medias para actividad de agua por envase y tiempo de almacenamiento

| Envase | Casos | Media LS |
|-----------------------|--------------|------------------------|
| Polietileno | 8 | 0,583238 ^a |
| Vidrio | 8 | 0,589738 ^b |
| Tiempo almacenamiento | | |
| 3 | 2 | 0,57695 ^a |
| 21 | 2 | 0,5792 ^{ab} |
| 15 | 2 | 0,5834 ^{abc} |
| 6 | 2 | 0,584 ^{abc} |
| 12 | 2 | 0,58555 ^{cde} |
| 0 | 2 | 0,5895 ^{def} |
| 9 | 2 | 0,5929 ^{ef} |
| 18 | 2 | 0,59345 ^f |

4.6.3. Consistencia

El análisis de varianza (Anexo 17) demuestra que la consistencia es influenciada por el tipo de envase y el tiempo ($p < 0,05$), por lo tanto, se realizó la prueba de Duncan (Tabla 24), la compota de chocho mantiene su consistencia mejor en envases de vidrio.

Tabla 24. Prueba de medias para Consistencia por envase y tiempo de almacenamiento

| Envase | Casos | Media LS |
|-----------------------|--------------|----------------------|
| Polietileno | 8 | 11,5175 ^a |
| Vidrio | 8 | 12,5513 ^b |
| Tiempo almacenamiento | | |
| 21 | 2 | 11,930 ^a |
| 18 | 2 | 11,955 ^{ab} |
| 15 | 2 | 11,990 ^{bc} |
| 12 | 2 | 12,025 ^c |
| 9 | 2 | 12,035 ^c |
| 6 | 2 | 12,080 ^d |
| 3 | 2 | 12,115 ^{de} |
| 0 | 2 | 12,145 ^e |

En relación con el tiempo de almacenamiento diremos que la consistencia es descendente en función al tiempo es decir a mayor tiempo menor consistencia, esto se debe que a medida que transcurre el tiempo la sinéresis es mayor.

4.6.4. Estimación de la Vida Útil

La especificación estándar microbiológica permitida para las compotas es de 10^{-1} UFC/g, por lo que se puede determinar que los productos refinados se encuentran dentro de estos parámetros, como se muestra en la Tabla 25.

Alvarado (2004), menciona que la estimación de la vida útil mediante el método tiempo, tolerancia, temperatura (TTT), aprueba lograr tiempos y temperaturas de almacenamiento, es imprescindible obtener un historial de datos experimentales para poder calcular (Tablas 25 y 26).

Tabla 25. Determinación experimental de vida útil a tres temperaturas

| T(°C) | t sinéresis (días) | % sinéresis experimental | t real (días) | 1/t (días ⁻¹) |
|-------|--------------------|--------------------------|---------------|---------------------------|
| 10 | 60 | 15 | 360 | 0,0027 |
| 20 | 40 | 15 | 240 | 0,0049 |
| 30 | 20 | 15 | 120 | 0,0087 |

$$t_{\text{real}} = \frac{t_{\text{Sinerisis}} * \% \text{ de sinerisis Establecido}}{\% \text{ de Sinerisis Experimental}} = \frac{60 \text{ días} * 90\%}{15\%}$$

$$t_{\text{real}} = 360 \text{ días}$$

Los datos de la Tabla 25 son datos experimentales que observamos y analizamos el porcentaje de sinéresis de la compota que no pasa del 15% en los tiempos y temperaturas que fue sometido el producto final, con estos datos se aplica la formula anterior y se encuentra el tiempo real de duración, luego con los valores obtenidos se puede encontrar por interpolación o gráficamente el tiempo de vida útil en las condiciones que uno desee, es así que en la Tabla 26 encontramos para tres temperaturas de almacenamiento, para Tingo María la temperatura promedio es de 25 °C entonces el producto tiene una vida útil de 180 días que corresponde a 6 meses.

Tabla 26. Vida útil por datos propuestos para la compota de chocho

| Temperatura (°C) | Tiempo (días) |
|-------------------------|----------------------|
| 17 | 276 |
| 22 | 216 |
| 25 | 180 |

V. CONCLUSIONES

Finalmente se establece las siguientes conclusiones:

Se formuló y elaboró la compota a partir del chocho mediante mezcla con lactosuero, esteviósido, fécula de arroz, ácido cítrico, CMC, canela, clavo de olor, envasados en frascos de vidrio de 420 mL.

Se caracterizó fisicoquímicamente la pulpa de chocho y el lactosuero que es como sigue: pulpa de chocho: proteína $55,967\pm 0,153\%$; grasa $8,900\pm 0,100\%$; ceniza $1,900\pm 0,100\%$; carbohidratos $6,333\pm 1,153$; fibra $26,500\pm 0,100\%$; alcaloides $0,167\pm 0,057\%$; pH $6,200\pm 0,000$; acidez $0,120\pm 0,000$; humedad $71,967\pm 0,153\%$. Lactosuero: proteína $28,500\pm 0,100\%$; grasa $4,633\pm 0,153\%$; ceniza $6,267\pm 0,058\%$; carbohidratos $60,367\pm 0,058\%$; fibra $0,133\pm 0,058\%$; pH $6,433\pm 0,058$; acidez (mg/L) $0,223\pm 0,153$; humedad $93,267\pm 0,058\%$

El tratamiento óptimo fue T7 que corresponde a 280 gramos de lactosuero, 0,20 gramos de esteviósido; 30 gramos de fécula de arroz.

El proceso productivo definitivo para elaborar compota de chocho requiere las operaciones: recepcionado; seleccionado; pesado; lavado; pelado; precocido; licuado; tamizado; dosificado y mezclado I; cocción y mezclado II; envasado; almacenado.

El análisis fisicoquímico resultó: proteína $26,67\pm 0,10$; grasa $7,78\pm 0,15$; ceniza $2,03\pm 0,06$; carbohidratos $10,23\pm 0,07$; fibra $16,16\pm 0,04$; pH $3,8\pm 0,05$; acidez (mg/L) $0,3\pm 0,15$; humedad (%bh) $34,11\pm 0,068$; la actividad de agua de 0,566 en envases de polietileno y 0,592 en envase de vidrio; una consistencia de 11,23 cm / 30 s para envases de polietileno y 12,331 cm / 30 s para envases de vidrio; tiene °Brix 19,333 y un pH de 3,8 y finalmente se puede decir que tiene aceptabilidad.

El tiempo de vida útil de la compota de chocho, en el mejor tratamiento, envasado en 10 frascos de 420 mL cada uno, siendo esta de 180 días (6 meses) almacenado a 25 °C y 216 días (7 meses y 6 días) almacenados a 22 °C.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

Se recomienda realizar pruebas sensoriales con niños, ya que son el principal grupo de consumidores luego de que el producto ha sido procesado a nivel industrial y conocer su nivel de aceptabilidad.

El análisis de costos de fabricación debe ser revisado y evaluado por la empresa que fabrica el producto para establecer una línea de producción para el producto y considerar si puede convertirse en un artículo rentable para la organización.

Recomendamos una prueba de estabilidad de un año a temperatura ambiente para determinar la vida útil.

Se recomienda incluir la compota en la dieta de los lactantes para una adecuada alimentación a partir de los seis meses, ya que aporta nutrientes esenciales y así previene posibles enfermedades como la desnutrición. El principal motivo para elegir caramelos son las propiedades nutricionales que aportan.

VII. REFERENCIAS

- Alvarado, B. M. S. (2004). Formulación, elaboración y prueba de aceptabilidad de papillas para niños de 6 a 36 meses en base a trigo, arroz, quinua y kiwicha.
- Álvarez, J. (2004). *Stevia rebaudiana bertonii*. 71. (Departamento de Negocios Internacionales. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia)
- Alves, C. S. J., Floriano, S. A. M., Voltarelli, V. P., de Rensis, C. M. V. B., Pimentel, T. C., Costa, G. N., & Vianna, P. C. B. (2020). Effect of carbonation and probiotic addition on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of whey dairy beverage. *Journal of Dairy Research*, 87(2), 255-258. <https://doi.org/10.1017/S0022029920000291>
- Arias, P. G. B., & Arévalo, M. J. F. (2008). *Caracterización físico-química del zambo (Cucúrbita ficifolia) y elaboración de dos productos a partir de la pulpa*
- Azevedo, B. M., Morais-Ferreira, J. M., Luccas, V., & Bolini, H. M. A. (2017). Bittersweet chocolates containing prebiotic and sweetened with stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) with different Rebaudioside A contents: multiple time–intensity analysis and physicochemical characteristics. 52(8), 1731-1738. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ijfs.13470>
- Caicedo, C., & Peralta, E. (2000). Zonificación potencial, sistemas de producción y procesamiento artesanal del chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) en Ecuador.
- Camacho, C. M. E. (2010). *Obtención de un concentrado proteico del suero de leche de vaca utilizando tecnología de membranas*
- Castellari, E., Ricci, E. C., Stranieri, S., Murette, S., Sarnataro, M., & Soregaroli, C. (2019). Relationships Between Health and Environmental Information on the Willingness to Pay for Functional Foods: The Case of a New Aloe Vera Based Product. 11(11), 2781. <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/11/2781>
- Castro, R. L. A. (2013). *Utilización del zapallo (Cucúrbita máxima y Cucúrbita Pepo), en la elaboración de compotas, Quevedo–Los Ríos 2013* Quevedo: UTEQ].
- Chandler, R. F. (1984). *Arroz en los trópicos: guía para el desarrollo de programas nacionales*. Iica.
- Cordovilla, C. (2011). *Estudio de la Concentración de Mezclas de Harina de Maíz (Zea mays L.) y panela en la compota de calabaza (Cucúrbita ficifolia Bouché)*

- Curti, C., e Carvalho Fino, L., Olivares La Madrid, A. P., Badan Ribeiro, A. P., da Cunha, D. T., Vinderola, G., . . . Adriana Noemí, R. (2022). La adición de un concentrado de proteínas de altramuz andino (*Lupinus mutabilis*) mejora el valor nutritivo y la actividad antioxidante del yogur: Yogures adicionados con extracto de altramuz andino. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 26(Supl. 1). <https://doi.org/10.14306/renhyd.26.S1.1406>
- Ghosh, T., Raj, G. V. S. B., & Dash, K. K. (2022). A comprehensive review on nanotechnology based sensors for monitoring quality and shelf life of food products. *Measurement: Food*, 7, 100049. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2022.100049>
- González-Moralejo, S. A. (2011). Aproximación a la comprensión de un endulzante natural alternativo, la Stevia Rebaudiana Bertoni: producción, consumo y demanda potencial. *Agroalimentaria*, 17(32), 57-69. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199218360005> (IN FILE)
- González, L. C., Loubes, M. A., Santagapita, P. R., & Tolaba, M. P. (2020). Co-Joined Starch Modification and β -Carotene Dispersion In Situ by Planetary Ball Milling. 72(11-12), 2000007. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/star.202000007>
- Görgüç, A., Gençdağ, E., & Yılmaz, F. M. (2019). Optimization of microwave assisted enzymatic extraction of steviol glycosides and phenolic compounds from Stevia leaf. *Acta Periodica Technologica*(50), 69-76.
- Gross, R., von Baer, E., Koch, F., Marquard, R., Trugo, L., & Wink, M. (1988). Chemical composition of a new variety of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* cv. Inti) with low-alkaloid content. *Journal of Food Composition and Analysis*, 1(4), 353-361. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0889-1575\(88\)90035-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0889-1575(88)90035-X)
- INIAP. (1987). Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador.
- Kadyan, S., Rashmi, H. M., Pradhan, D., Kumari, A., Chaudhari, A., & Deshwal, G. K. (2021). Effect of lactic acid bacteria and yeast fermentation on antimicrobial, antioxidative and metabolomic profile of naturally carbonated probiotic whey drink. *LWT*, 142, 111059. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111059>
- Liu, G., Nie, R., Liu, Y., & Mehmood, A. (2022). Combined antimicrobial effect of bacteriocins with other hurdles of physicochemic and microbiome to prolong shelf life of food: A review. *Science of The Total Environment*, 825, 154058. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154058>

- Márquez-Gómez, M., Galicia-García, T., Márquez-Meléndez, R., Ruiz-Gutiérrez, M., & Quintero-Ramos, A. (2018). Spray-dried microencapsulation of orange essential oil using modified rice starch as wall material. *42*(2), e13428. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jfpp.13428>
- Moncayo, D. L., Caicedo, C., Peralta, E., & Barrera, V. H. (1998). Caracterización de los sistemas de producción del cultivo de chocho o tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en cuatro provincias de la Sierra ecuatoriana.
- Montalván, T. G. R. (2013). *Proceso para la obtención de una pasta alimentaria tipo compota de alto nivel nutricional a partir de la Colocasia esculenta* Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química].
- Narayanan, P., Chinnasamy, B., Jin, L., & Clark, S. (2014). Use of just-about-right scales and penalty analysis to determine appropriate concentrations of stevia sweeteners for vanilla yogurt. *Journal of Dairy Science*, *97*(6), 3262-3272. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7365>
- Ortega, D. (2013). Utilización de la pulpa de sambo (cucúrbita ficifolia) en la elaboración de compotas como suplemento alimenticio infantil. *20*.
- Palacios, A., Demetrio, S. M., Espinosa, C., Herrera, M. M., & Huamancaja, C. C. J. F. d. I. q. U. N. d. C. d. P. (2003). Obtención de alcohol a partir de la malta de *Lupinus mutabilis* (Tarwi).
- Pizzolato, S., Andrada, M., Rinaldoni, A. N., & Campderros, M. (2012). Process for integral use of blueberry %J *International Journal of Food Engineering*. *8*(4). <https://doi.org/doi:10.1515/1556-3758.2415>
- Quaglia, G. (1991). Ciencia y tecnología de la panificación.
- Quintero, R. M., Mujica Niño, A., Linarez Arellano, M., Toyo Díaz, M., & Acosta González, Y. (2021). Efecto gelificante del agar de *Gracilaria debilis* en la elaboración de una compota de níspero (*Manilkara zapota*) %J *Revista chilena de nutrición*. *48*, 195-202. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182021000200195&nrm=iso
- Rakhmanova, M., Demirova, A., Akhmedov, M., Azimova, F., Gadzhibekova, I., & Abdulkhalikov, Z. J. E. S. W. C. (2021). High-temperature multilevel sterilization of canned goods with heat recovery and its constructive and technological support. *247*, 01030. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202124701030>

- Rakhmanova, M. M., Akhmedov, M. E., Demirova, A. F., Abdulkhalikov, Z. A., & Zagirov, N. G. (2021). Low-waste innovative production technology for canned quince compote, enriched with natural nutrients. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 938(1), 012010. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/938/1/012010>
- Reyes, G. M., Gómez-Sánchez Prieto, I., & Espinoza Barrientos, C. (2017). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Instituto Nacional de Salud.
- Ruiz-López, M. A., Barrientos-Ramírez, L., García-López, P. M., Valdés-Miramontes, E. H., Zamora-Natera, J. F., Rodríguez-Macias, R., . . . Vargas-Radillo, J. J. (2019). Nutritional and Bioactive Compounds in Mexican Lupin Beans Species: A Mini-Review. *11*(8), 1785. <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/8/1785>
- Ruíz, J. C. R., & Segura-Campos, M. R. J. N. h. (2019). Development of nopal-pineapple marmalade formulated with stevia aqueous. Extract: effect on physicochemical properties, inhibition of α -amylase, and glycemia response. *36*(5), 1081-1086.
- Salvatierra-Pajuelo, Y., Azorza-Richarte, M., & Paucar-Menacho, L. (2019). Optimización de las características nutricionales, texturales y sensoriales de cookies enriquecidas con chía (*Salvia hispánica*) y aceite extraído de tarwi (*Lupinus mutabilis*). *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 7-17. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.01>
- Speigel, A. (1995). Packaging technology and science. In J. E. WILEY (Ed.), (6 ed., Vol. 15).
- Tapia, M. (1982). Proceso agroindustrial del tarwi (*Lupinus mutabilis*). II Conferencia Internacional del Lupino, Torremolinos, España,
- Tapia, M. E. J. T., tauri o chocho. (2015). El tarwi, lupino andino. 1-108.
- Vidaurre-Ruiz, J., Vargas, R. J. Y., Alcázar-Alay, S., Encina-Zelada, C. R., Cabezas, D. M., Correa, M. J., & Repo-Carrasco-Valencia, R. (2022). Andean crops: kañiwa and tarwi flours used for the development of vegan gluten-free muffins. *n/a(n/a)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jsfa.12094>
- Villacrés, E., Cueva, P., Díaz, M., & Rosell, C. M. (2020). Replacing Wheat Flour with Debittered and Fermented Lupin: Effects on Bread's Physical and Nutritional Features. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75(4), 569-575. <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00844-w>
- Villacreses, F. N. R. (2011). *Evaluación del procesamiento artesanal del chocho (Lupinus mutabilis Sweet) sobre el consumo de agua, tiempo empleado y la calidad nutricional y microbiológica* Quito: USFQ, 2011].

ANEXOS

Anexo 1: Formulario para la evaluación sensorial de la compota de chocho.

Numero de Panelista: **Fecha:**

Instrucciones: Deguste cuidadosamente cada una de las muestras apreciando su contenido total marcando con una X en la característica que Ud. Considere conveniente.

| Atributo | Escala | Descriptores | 392 | 575 | 987 |
|---------------|--------|----------------------------------|-----|-----|-----|
| Color | 4 | Claro | | | |
| | 3 | Opaco | | | |
| | 2 | Muy opaco | | | |
| | 1 | Oscuro | | | |
| Olor | 4 | No perceptible a chocho | | | |
| | 3 | Ligeramente perceptible a chocho | | | |
| | 2 | Perceptible a chocho | | | |
| | 1 | Muy perceptible a chocho | | | |
| Sabor | 4 | Muy agradable | | | |
| | 3 | Agradable | | | |
| | 2 | Poco agradable | | | |
| | 1 | Nada agradable | | | |
| Textura | 4 | Blanda gelatinosa | | | |
| | 3 | Gelatinosa | | | |
| | 2 | Poco Gelatinosa | | | |
| | 1 | Áspera | | | |
| Aceptabilidad | 4 | Gusta muchísimo | | | |
| | 3 | Gusta | | | |
| | 2 | No gusta ni disgusta | | | |
| | 1 | Disgusta | | | |

Observaciones:.....

Anexo 2. Análisis fisicoquímico del chocho amargo y desamargado (base seca).

| Componente | Chocho amargo | | | | Chocho desamargado | | | |
|-----------------|---------------|------|------|----------------|--------------------|------|------|----------------|
| | R1 | R2 | R3 | PROM ± DE | R1 | R2 | R3 | PROM ± DE |
| Proteína % | 41,3 | 41,5 | 41 | 41,267±0,251 | 56,1 | 55,8 | 56 | 55,967±0,153 |
| Grasa % | 23,4 | 23,2 | 23,5 | 23,367±0,153 | 9 | 8,8 | 8,9 | 8,900 ± 0,100 |
| Ceniza % | 5,3 | 5 | 5,2 | 5,167±0,153 | 1,8 | 2 | 1,9 | 1,900 ± 0,100 |
| Carbohidratos % | 14,3 | 14,3 | 14,4 | 14,333±0,058 | 6,5 | 6,2 | 6,3 | 6,333 ± 1,153 |
| Fibra % | 12,1 | 12,2 | 12 | 12,100±0,100 | 26,6 | 26,4 | 26,5 | 26,500 ± 0,100 |
| Alcaloides % | 3,6 | 3,8 | 3,7 | 3,700±0,100 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,167 ± 0,057 |
| Total % | | | | 100,000±0,066 | | | | 100,000±0,233 |
| pH | | | | | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,200±0,000 |
| Acidez | | | | | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,120±0,000 |
| Humedad % | 15,8 | 16 | 15,9 | 15,900 ± 0,100 | 71,8 | 72 | 72,8 | 71,967 ± 0,153 |

Anexo 3. Análisis fisicoquímico del lactosuero (base seca)

| Componente | R1 | R2 | R3 | Promedio | Desviación |
|-----------------|------|------|------|----------|------------|
| Proteína % | 28,5 | 28,6 | 28,4 | 28,500 | 0,1 |
| Grasa % | 4,6 | 4,5 | 4,8 | 4,633 | 0,152753 |
| Ceniza % | 6,3 | 6,2 | 6,3 | 6,267 | 0,057735 |
| Carbohidratos % | 60,4 | 60,3 | 60,4 | 60,367 | 0,057735 |
| Fibra % | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,133 | 0,057735 |
| Total % | 99,9 | 99,8 | 100 | 99,900 | 0,1 |
| pH | 6,4 | 6,4 | 6,5 | 6,433 | 0,057735 |
| Acidez | 0,22 | 0,21 | 0,24 | 0,223 | 0,015275 |
| Humedad % | 93,2 | 93,3 | 93,3 | 93,267 | 0,057735 |

Anexo 4. Resultados de las pruebas sensoriales para el atributo color de la compota de chocho

| Variables | | | Panelistas | | | | | | | | | | | | | X | |
|-----------|--------|----|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|------|
| Suero | Stevia | FA | rep | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | 13 |
| 220 | 0,2 | 30 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2,46 |
| 220 | 0,2 | 30 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2,46 |
| 220 | 0,2 | 30 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2,46 |
| 220 | 0,2 | 35 | 1 | 2 | 5 | 3 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2,69 |
| 220 | 0,2 | 35 | 2 | 3 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 3 | 5 | 3 | 1 | 1 | 2 | 4 | 2,69 |
| 220 | 0,2 | 35 | 3 | 2 | 5 | 3 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2,69 |
| 220 | 0,2 | 40 | 1 | 3 | 1 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2,62 |
| 220 | 0,2 | 40 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2,46 |
| 220 | 0,2 | 40 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2,46 |
| 220 | 0,3 | 30 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 5 | 2 | 2 | 0 | 3 | 2 | 5 | 4 | 2 | 2,69 |
| 220 | 0,3 | 30 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 5 | 3 | 2,38 |
| 220 | 0,3 | 30 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 5 | 2 | 2 | 0 | 3 | 2 | 5 | 4 | 2 | 2,69 |
| 220 | 0,3 | 35 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 5 | 2 | 3 | 5 | 4 | 2 | 2,92 |
| 220 | 0,3 | 35 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2,46 |
| 220 | 0,3 | 35 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 5 | 2 | 3 | 5 | 4 | 2 | 2,92 |
| 220 | 0,3 | 40 | 1 | 3 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2,69 |
| 220 | 0,3 | 40 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 2,77 |
| 220 | 0,3 | 40 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 | 2,77 |
| 280 | 0,2 | 30 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2,31 |
| 280 | 0,2 | 30 | 2 | 3 | 2 | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2,62 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 280 | 0,2 | 30 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2,31 |
| 280 | 0,2 | 35 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 5 | 4 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2,46 |
| 280 | 0,2 | 35 | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 4 | 2,54 |
| 280 | 0,2 | 35 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 4 | 2,54 |
| 280 | 0,2 | 40 | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2,38 |
| 280 | 0,2 | 40 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2,38 |
| 280 | 0,2 | 40 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2,38 |
| 280 | 0,3 | 30 | 1 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2,62 |
| 280 | 0,3 | 30 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2,23 |
| 280 | 0,3 | 30 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2,23 |
| 280 | 0,3 | 35 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2,62 |
| 280 | 0,3 | 35 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2,69 |
| 280 | 0,3 | 35 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2,62 |
| 280 | 0,3 | 40 | 1 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2,54 |
| 280 | 0,3 | 40 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2,54 |
| 280 | 0,3 | 40 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2,54 |

Anexo 5. Análisis de Varianza para Color

| Fuente | SC | GL | CM | Razón-F | Valor-P |
|--------------------|-----------|----|-----------|---------|---------|
| A: Lactosuero | 0.0105194 | 1 | 0.0105194 | 0.33 | 0.5690 |
| B: Esteviosido | 0.0164366 | 1 | 0.0164366 | 0.52 | 0.4772 |
| C: Fécula de arroz | 0.0120809 | 1 | 0.0120809 | 0.38 | 0.5418 |
| AB | 0.0236686 | 1 | 0.0236686 | 0.75 | 0.3946 |
| AC | 0.0298323 | 1 | 0.0298323 | 0.94 | 0.3400 |
| BC | 0.0120809 | 1 | 0.0120809 | 0.38 | 0.5418 |
| Error total | 0.91905 | 29 | 0.0316914 | | |
| Total (corr.) | 1.02367 | 35 | | | |

Anexo 6. Resultados de las pruebas sensoriales para el atributo olor de la compota de chocho.

| Variables | | | | Panelistas | | | | | | | | | | | | | X |
|-----------|--------|----|-----|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|------|
| Suero | Stevia | FA | rep | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 220 | 0,2 | 30 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2,62 |
| 220 | 0,2 | 30 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2,69 |
| 220 | 0,2 | 30 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2,69 |
| 220 | 0,2 | 35 | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 5 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2,77 |
| 220 | 0,2 | 35 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 5 | 3 | 2,77 |
| 220 | 0,2 | 35 | 3 | 1 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 5 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2,77 |
| 220 | 0,2 | 40 | 1 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2,69 |
| 220 | 0,2 | 40 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2,54 |
| 220 | 0,2 | 40 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2,69 |
| 220 | 0,3 | 30 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 0 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2,54 |
| 220 | 0,3 | 30 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 5 | 4 | 3 |
| 220 | 0,3 | 30 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 0 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2,54 |
| 220 | 0,3 | 35 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2,85 |
| 220 | 0,3 | 35 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2,62 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 220 | 0,3 | 35 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2,62 |
| 220 | 0,3 | 40 | 1 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2,69 |
| 220 | 0,3 | 40 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2,85 |
| 220 | 0,3 | 40 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2,69 |
| 280 | 0,2 | 30 | 1 | 4 | 3 | 4 | 2 | 5 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 |
| 280 | 0,2 | 30 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 5 | 4 | 3 |
| 280 | 0,2 | 30 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 5 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 |
| 280 | 0,2 | 35 | 1 | 2 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 280 | 0,2 | 35 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2,62 |
| 280 | 0,2 | 35 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2,62 |
| 280 | 0,2 | 40 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2,77 |
| 280 | 0,2 | 40 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2,77 |
| 280 | 0,2 | 40 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2,77 |
| 280 | 0,3 | 30 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2,77 |
| 280 | 0,3 | 30 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2,77 |
| 280 | 0,3 | 30 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2,77 |
| 280 | 0,3 | 35 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2,62 |
| 280 | 0,3 | 35 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 2,85 |
| 280 | 0,3 | 35 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2,62 |
| 280 | 0,3 | 40 | 1 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2,77 |
| 280 | 0,3 | 40 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2,77 |
| 280 | 0,3 | 40 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2,77 |

Anexo 7. Análisis de Varianza para Olor

| Fuente | SC | GL | CM | Razón-F | Valor-P |
|--------------------|-----------|----|-----------|---------|---------|
| A: Lactosuero | 0.0724852 | 1 | 0.0724852 | 4.83 | 0.0362 |
| B: Esteviosido | 0.0133136 | 1 | 0.0133136 | 0.89 | 0.3542 |
| C: Fécula de arroz | 0.0157791 | 1 | 0.0157791 | 1.05 | 0.3139 |
| AB | 0.0277778 | 1 | 0.0277778 | 1.85 | 0.1843 |
| AC | 0.0246548 | 1 | 0.0246548 | 1.64 | 0.2103 |
| BC | 0.035503 | 1 | 0.035503 | 2.36 | 0.1350 |
| Error total | 0.435569 | 29 | 0.0150196 | | |
| Total (corr.) | 0.625082 | 35 | | | |

Anexo 8. Resultados de las pruebas sensoriales para el atributo sabor de la compota de chocho.

| Variables | | | | Panelistas | | | | | | | | | | | | | X |
|-----------|--------|----|-----|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|------|
| Suero | Stevia | FA | rep | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 220 | 0,2 | 30 | 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2,23 |
| 220 | 0,2 | 30 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1,85 |
| 220 | 0,2 | 30 | 3 | 4 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2,23 |
| 220 | 0,2 | 35 | 1 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 |
| 220 | 0,2 | 35 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3,15 |
| 220 | 0,2 | 35 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3,15 |
| 220 | 0,2 | 40 | 1 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3,23 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 220 | 0,2 | 40 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3,38 |
| 220 | 0,2 | 40 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3,23 |
| 220 | 0,3 | 30 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2,38 |
| 220 | 0,3 | 30 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2,38 |
| 220 | 0,3 | 30 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2,38 |
| 220 | 0,3 | 35 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2,31 |
| 220 | 0,3 | 35 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2,46 |
| 220 | 0,3 | 35 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2,31 |
| 220 | 0,3 | 40 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 220 | 0,3 | 40 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 220 | 0,3 | 40 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 280 | 0,2 | 30 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2,23 |
| 280 | 0,2 | 30 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2,46 |
| 280 | 0,2 | 30 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2,23 |
| 280 | 0,2 | 35 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1,92 |
| 280 | 0,2 | 35 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2,15 |
| 280 | 0,2 | 35 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2,15 |
| 280 | 0,2 | 40 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1,92 |
| 280 | 0,2 | 40 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1,92 |
| 280 | 0,2 | 40 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1,92 |
| 280 | 0,3 | 30 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2,46 |
| 280 | 0,3 | 30 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2,38 |
| 280 | 0,3 | 30 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2,38 |
| 280 | 0,3 | 35 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1,77 |
| 280 | 0,3 | 35 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| 280 | 0,3 | 35 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1,77 |
| 280 | 0,3 | 40 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2,15 |
| 280 | 0,3 | 40 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| 280 | 0,3 | 40 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |

Anexo 9. Análisis de Varianza para Sabor

| Fuente | SC | GL | CM | Razón-F | Valor-P |
|--------------------|-------------|----|-------------|---------|---------|
| A: Lactosuero | 1.71006 | 1 | 1.71006 | 25.95 | 0.0000 |
| B: Esteviosido | 0.760026 | 1 | 0.760026 | 11.53 | 0.0020 |
| C: Fécula de arroz | 0.000986193 | 1 | 0.000986193 | 0.01 | 0.9035 |
| AB | 0.760026 | 1 | 0.760026 | 11.53 | 0.0020 |
| AC | 0.887574 | 1 | 0.887574 | 13.47 | 0.0010 |
| BC | 0.887574 | 1 | 0.887574 | 13.47 | 0.0010 |
| Error total | 1.91091 | 29 | 0.0658936 | | |
| Total (corr.) | 6.91716 | 35 | | | |

Anexo 10. Resultados de las pruebas sensoriales para el atributo textura de la compota de chocho.

| Variables | | | | Panelistas | | | | | | | | | | | | | X |
|-----------|--------|----|-----|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|------|
| Suero | Stevia | FA | rep | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 220 | 0,2 | 30 | 1 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3,62 |
| 220 | 0,2 | 30 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3,08 |
| 220 | 0,2 | 30 | 3 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3,62 |
| 220 | 0,2 | 35 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2,77 |
| 220 | 0,2 | 35 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3,08 |
| 220 | 0,2 | 35 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3,08 |
| 220 | 0,2 | 40 | 1 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3,46 |
| 220 | 0,2 | 40 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3,54 |
| 220 | 0,2 | 40 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3,46 |
| 220 | 0,3 | 30 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3,46 |
| 220 | 0,3 | 30 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3,31 |
| 220 | 0,3 | 30 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3,31 |
| 220 | 0,3 | 35 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2,92 |
| 220 | 0,3 | 35 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2,92 |
| 220 | 0,3 | 35 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2,92 |
| 220 | 0,3 | 40 | 1 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3,38 |
| 220 | 0,3 | 40 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3,54 |
| 220 | 0,3 | 40 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3,54 |
| 280 | 0,2 | 30 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2,69 |
| 280 | 0,2 | 30 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2,69 |
| 280 | 0,2 | 30 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2,69 |
| 280 | 0,2 | 35 | 1 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3,38 |
| 280 | 0,2 | 35 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| 280 | 0,2 | 35 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3,38 |
| 280 | 0,2 | 40 | 1 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3,54 |
| 280 | 0,2 | 40 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3,31 |
| 280 | 0,2 | 40 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3,31 |
| 280 | 0,3 | 30 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2,54 |
| 280 | 0,3 | 30 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2,46 |
| 280 | 0,3 | 30 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2,54 |
| 280 | 0,3 | 35 | 1 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3,31 |
| 280 | 0,3 | 35 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3,08 |
| 280 | 0,3 | 35 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3,08 |
| 280 | 0,3 | 40 | 1 | 5 | 4 | 5 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3,46 |
| 280 | 0,3 | 40 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2,92 |
| 280 | 0,3 | 40 | 3 | 5 | 4 | 5 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3,46 |

Anexo 11. Análisis de Varianza para Textura

| Fuente | SC | GL | CM | Razón-F | Valor-P |
|--------------------|------------|----|------------|---------|---------|
| A: Lactosuero | 0.47929 | 1 | 0.47929 | 7.47 | 0.0106 |
| B: Esteviosido | 0.0657462 | 1 | 0.0657462 | 1.03 | 0.3197 |
| C: Fécula de arroz | 1.00986 | 1 | 1.00986 | 15.75 | 0.0004 |
| AB | 0.0164366 | 1 | 0.0164366 | 0.26 | 0.6165 |
| AC | 0.616371 | 1 | 0.616371 | 9.61 | 0.0043 |
| BC | 0.00887574 | 1 | 0.00887574 | 0.14 | 0.7126 |
| Error total | 1.85996 | 29 | 0.0641366 | | |
| Total (corr.) | 4.05654 | 35 | | | |

Anexo 12. Resultados de las pruebas sensoriales para el atributo aceptabilidad de la compotade chocho.

| Variables | | | | Panelistas | | | | | | | | | | | | | X |
|-----------|--------|----|-----|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|------|
| Suero | Stevia | FA | rep | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 220 | 0,2 | 30 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2,85 |
| 220 | 0,2 | 30 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2,62 |
| 220 | 0,2 | 30 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2,62 |
| 220 | 0,2 | 35 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 5 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2,62 |
| 220 | 0,2 | 35 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2,54 |
| 220 | 0,2 | 35 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2,54 |
| 220 | 0,2 | 40 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 2,31 |
| 220 | 0,2 | 40 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2,31 |
| 220 | 0,2 | 40 | 3 | 4 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 2,31 |
| 220 | 0,3 | 30 | 1 | 4 | 2 | 3 | 2 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2,69 |
| 220 | 0,3 | 30 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2,46 |
| 220 | 0,3 | 30 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2,46 |
| 220 | 0,3 | 35 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2,46 |
| 220 | 0,3 | 35 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2,77 |
| 220 | 0,3 | 35 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2,77 |
| 220 | 0,3 | 40 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 5 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2,54 |
| 220 | 0,3 | 40 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2,38 |
| 220 | 0,3 | 40 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2,38 |
| 280 | 0,2 | 30 | 1 | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3,08 |
| 280 | 0,2 | 30 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2,69 |
| 280 | 0,2 | 30 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2,69 |
| 280 | 0,2 | 35 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2,54 |
| 280 | 0,2 | 35 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2,46 |
| 280 | 0,2 | 35 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2,54 |
| 280 | 0,2 | 40 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2,54 |
| 280 | 0,2 | 40 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2,46 |
| 280 | 0,2 | 40 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2,46 |
| 280 | 0,3 | 30 | 1 | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3,15 |
| 280 | 0,3 | 30 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 | 5 | 2 | 2 | 3,08 |
| 280 | 0,3 | 30 | 3 | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3,15 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 280 | 0,3 | 35 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2,46 |
| 280 | 0,3 | 35 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2,54 |
| 280 | 0,3 | 35 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2,62 |
| 280 | 0,3 | 40 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2,77 |
| 280 | 0,3 | 40 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2,69 |
| 280 | 0,3 | 40 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2,77 |

Anexo 13. Análisis de Varianza para la aceptabilidad

| Fuente | SC | GL | CM | Razón-F | Valor-P |
|--------------------|-----------|----|-----------|---------|---------|
| A: Lactosuero | 0.262985 | 1 | 0.262985 | 10.17 | 0.0034 |
| B: Esteviosido | 0.111111 | 1 | 0.111111 | 4.30 | 0.0472 |
| C: Fécula de arroz | 0.544625 | 1 | 0.544625 | 21.06 | 0.0001 |
| AB | 0.0657462 | 1 | 0.0657462 | 2.54 | 0.1217 |
| AC | 0.0199704 | 1 | 0.0199704 | 0.77 | 0.3868 |
| BC | 0.0199704 | 1 | 0.0199704 | 0.77 | 0.3868 |
| Error total | 0.750082 | 29 | 0.0258649 | | |
| Total (corr.) | 1.77449 | 35 | | | |

Anexo 14. Análisis de varianza para grados Brix de los tratamientos para elaborar la compota de chocho

| Fuente | SC | GL | CM | Razón-F | Valor-P |
|--------------------|-----------|----|-----------|---------|---------|
| A: Lactosuero | 16.3333 | 1 | 16.3333 | 588.00 | 0.0017 |
| B: Esteviosido | 6.25926 | 1 | 6.25926 | 225.33 | 0.0044 |
| C: Fécula de arroz | 1.16667 | 2 | 0.583333 | 21.00 | 0.0455 |
| AB | 0.333333 | 1 | 0.333333 | 12.00 | 0.0742 |
| AC | 0.0555556 | 2 | 0.0277778 | 1.00 | 0.5000 |
| BC | 0.12963 | 2 | 0.0648148 | 2.33 | 0.3000 |
| Error total | 0.0555556 | 2 | 0.0277778 | | |
| Total (corr.) | 24.3333 | 11 | | | |

Anexo 15. Análisis de varianza para pH de los tratamientos para elaborar la compota de chocho

| Fuente | SC | GL | CM | Razón-F | Valor-P |
|--------------------|------------|----|------------|---------|---------|
| A: Lactosuero | 0.328904 | 1 | 0.328904 | 156.14 | 0.0063 |
| B: Esteviosido | 0.0725926 | 1 | 0.0725926 | 34.46 | 0.0278 |
| C: Fécula de arroz | 0.0108352 | 2 | 0.00541759 | 2.57 | 0.2800 |
| AB | 0.0181481 | 1 | 0.0181481 | 8.62 | 0.0991 |
| AC | 0.00250185 | 2 | 0.00125093 | 0.59 | 0.6274 |
| BC | 0.00476852 | 2 | 0.00238426 | 1.13 | 0.4691 |
| Error total | 0.00421296 | 2 | 0.00210648 | | |
| Total (corr.) | 0.441963 | 11 | | | |

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Anexo 16. Análisis de varianza para humedad de la compota de chocho.

| Fuente | SC | GL | CM | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|--------------|----|--------------|---------|---------|
| A: Tipo de envase | 0.0000371212 | 1 | 0.0000371212 | 0.04 | 0.8434 |
| B:Tiempo de almac | 0.00259545 | 7 | 0.000370779 | 0.42 | 0.8625 |
| RESIDUOS | 0.00617955 | 7 | 0.000882792 | | |
| total (corregido) | 0.0088 | 15 | | | |

Anexo 17. Análisis de varianza para actividad de agua de la compota de chocho.

| Fuente | SC | GL | CM | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|-------------|----|--------------|---------|---------|
| A: Tipo de envase | 0.000154917 | 1 | 0.000154917 | 11.97 | 0.0106 |
| B:Tiempo de almac | 0.000481939 | 7 | 0.0000688484 | 5.32 | 0.0212 |
| RESIDUOS | 0.0000906 | 7 | 0.0000129429 | | |
| total (corregido) | 0.000663264 | 15 | | | |

Anexo 18. Análisis de varianza para Consistencia del alimento tipo compota de chocho.

| Fuente | SC | GL | CM | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|------------|----|------------|----------|---------|
| A: Tipo de envase | 4.27456 | 1 | 4.27456 | 11998.75 | 0.0000 |
| B: Tiempo de almac | 0.0801437 | 7 | 0.0114491 | 32.14 | 0.0001 |
| RESIDUOS | 0.00249375 | 7 | 0.00035625 | | |
| total (corregido) | 4.35719 | 15 | | | |