

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniera en Industrias Alimentarias

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE GELIFICANTES SOBRE LA
ACEPTABILIDAD SENSORIAL Y LAS CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS EN LA ELABORACIÓN DE
UNA MERMELADA DE SANCAYO
(*Corryocactus brevistylus*)

TESIS

Presentada por:

Bach. MARÍA GERALDINE CARRIÓN GALINDO

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Tacna - Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

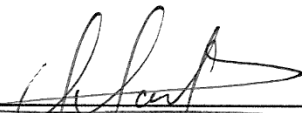
Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

**INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE GELIFICANTES SOBRE LA
ACEPTABILIDAD SENSORIAL Y LAS CARACTERÍSTICAS
FISICOQUÍMICAS EN LA ELABORACIÓN DE
UNA MERMELADA DE SANCAYO
(*Corryocactus brevistylus*)**

Tesis sustentada y aprobada el lunes 12 de octubre del 2018; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:


Dr. LILIANA DEL CARMEN LANCHIPA BERGAMINI

SECRETARIO:


M.Sc. LUIS ALBERTO MARÍN ALIAGA

VOCAL:


MSc. MARCIAL ALFREDO CASTILLO COHAILA

ASESOR:


MSc. ENRIQUE ALFONSO DE FLORIO RAMÍREZ

Tacna – Perú
2018

DEDICATORIA

A mis padres y hermanas, por su coraje y esfuerzo que han tenido para levantarme ante cualquier adversidad, por todas sus enseñanzas, por el apoyo incondicional que siempre ofrecieron, por brindarme la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos, por haberme formado como la mujer de bien y por darme ánimos cuando más lo necesitaba.

A mi familia, por brindarme el calor de su hogar durante toda mi carrera, por ayudarme a crecer y a ser más fuerte para enfrentar a la vida, por las palabras de aliento y sus buenos deseos.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por brindarme su paciencia y constancia en el apoyo incondicional que me brindaron para alcanzar las metas propuestas durante toda mi carrera.

A las amistades que supieron acompañarme a lo largo de mi carrera y que algunas aún siguen colaborando con mi crecimiento.

Y a aquellas personas que supieron brindarme su apoyo profesional y emocional durante el desarrollo de la presente tesis, gracias ... totales.

ÍNDICE GENERAL

| | Página |
|--|--------|
| RESUMEN | |
| ABSTRACT | |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I. EL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 2 |
| 1.2 Formulación y sistematización del problema | 4 |
| 1.3 Delimitación de la investigación..... | 5 |
| 1.4 Justificación | 6 |
| 1.5 Limitaciones..... | 6 |
| 1.6 Objetivos..... | 7 |
| CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES..... | 8 |
| 2.1 Hipótesis general, y específicas | 8 |
| 2.2 Diagrama de variables..... | 8 |
| 2.3 Indicadores de las variables | 9 |
| 2.4 Operacionalización de variables | 10 |
| CAPÍTULO III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 11 |
| 3.1 Conceptos generales y definiciones | 11 |
| 3.1.1 Definición de mermelada | 11 |

| | | |
|---|---|----|
| 3.1.2 | Los grados Brix..... | 13 |
| 3.2 | Enfoques teórico- técnicos..... | 13 |
| 3.2.1 | El sancayo | 13 |
| 3.2.2 | Materias primas utilizadas en la elaboración de mermelada..... | 16 |
| 3.2.3 | Agentes gelificantes..... | 18 |
| 3.2.4 | Carboximetil celulosa sódica (CMC) | 19 |
| 3.2.5 | Pectinas | 20 |
| 3.2.6 | Calidad de la mermelada | 21 |
| 3.2.7 | Defectos en la elaboración de mermeladas..... | 21 |
| 3.2.8 | Análisis sensorial | 24 |
| 3.2.9 | La viscosidad | 25 |
| 3.2.10 | El análisis de regresión..... | 26 |
| 3.3 | Marco referencial | 27 |
| CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | | 31 |
| 4.1 | Tipo de investigación | 31 |
| 4.2 | Población y muestra | 32 |
| 4.3 | Materiales y métodos..... | 32 |
| 4.3.1 | Materiales y equipos | 32 |
| 4.3.2 | Método experimental | 33 |
| CAPÍTULO V. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS..... | | 42 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5.1 | Técnicas aplicadas para la recolección de datos..... | 42 |
| 5.2 | Evaluación de la aceptabilidad sensorial | 43 |
| 5.2.1 | Apariencia..... | 44 |
| 5.2.2 | Olor | 46 |
| 5.2.3 | Sabor | 48 |
| 5.2.4 | Consistencia | 50 |
| 5.3 | Evaluación de las características fisicoquímicas | 52 |
| 5.3.1 | Sólidos solubles..... | 53 |
| 5.3.2 | Acidez..... | 55 |
| 5.3.3 | pH | 57 |
| 5.3.4 | Viscosidad | 59 |
| 5.3.5 | Determinación del tratamiento óptimo | 62 |
| 5.4 | Discusión de resultados..... | 65 |
| 5.4.1 | Aceptabilidad sensorial | 65 |
| 5.4.2 | Características físico químicas | 67 |
| 5.4.3 | Producto óptimo..... | 69 |
| | CONCLUSIONES | 70 |
| | RECOMENDACIONES..... | 71 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 72 |
| | ANEXOS..... | 78 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Diagrama de variables en la investigación de la mermelada de sancayo..... | 9 |
| Figura 2. Fruto del <i>Corryocactus brevistylus</i> (Sancayo) | 14 |
| Figura 3. Sancayos seleccionados para su proceso..... | 34 |
| Figura 4. Frutos de sancayo lavados | 35 |
| Figura 5. Pulpueado del sancayo..... | 35 |
| Figura 6. Precocción del sancayo | 36 |
| Figura 7. Muestras de mermelada de sancayo codificadas según condiciones de diseño | 38 |
| Figura 8. Análisis fisicoquímico de muestras de mermelada de sancayo..... | 40 |
| Figura 9. Análisis sensorial de las muestras de mermelada de sancayo..... | 40 |
| Figura 10. Diseño de tipo experimental para la mermelada de sancayo..... | 41 |
| Figura 11. Diagrama de Pareto para la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada de sancayo..... | 44 |

| | |
|---|----|
| Figura 12. Curvas de superficie de respuesta para la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada de sancayo | 45 |
| Figura 13. Diagrama de Pareto para la aceptabilidad del olor de la mermelada de sancayo | 46 |
| Figura 14. Curvas de superficie de respuesta para la aceptabilidad del olor de la mermelada de sancayo | 47 |
| Figura 15. Diagrama de Pareto para la aceptabilidad del sabor de la mermelada de sancayo | 48 |
| Figura 16. Curvas de superficie de respuesta para la aceptabilidad del sabor de la mermelada de sancayo | 49 |
| Figura 17. Diagrama de Pareto para la intensidad de la consistencia de la mermelada de sancayo | 50 |
| Figura 18. Curvas de superficie de respuesta para la aceptabilidad de la consistencia de la mermelada de sancayo..... | 51 |
| Figura 19. Diagrama de Pareto para los sólidos solubles de la mermelada de sancayo | 53 |
| Figura 20. Curvas de superficie de respuesta para los sólidos solubles de la mermelada de sancayo | 54 |
| Figura 21. Diagrama de Pareto para la acidez de la mermelada de sancayo..... | 55 |

| | |
|--|----|
| Figura 22. Curvas de superficie de respuesta para la acidez de la mermelada de sancayo..... | 56 |
| Figura 23. Diagrama de Pareto para el pH de la mermelada de sancayo..... | 57 |
| Figura 24. Curvas de superficie de respuesta para el pH de la mermelada de sancayo | 58 |
| Figura 25. Diagrama de Pareto para la viscosidad de la mermelada de sancayo..... | 60 |
| Figura 26. Curvas de superficie de respuesta para la viscosidad de la mermelada de sancayo | 61 |
| Figura 27. Curvas de nivel para la combinación óptima de la mermelada de sancayo | 63 |
| Figura 28. Procedimiento experimental definitivo para la elaboración de la mermelada de sancayo..... | 64 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Operacionalización de las variables para la mermelada de sancayo..... | 10 |
| Tabla 2. Valor nutricional del sancayo | 15 |
| Tabla 3. Viscosidades aproximadas de productos a temperatura ambiente | 26 |
| Tabla 4. Matriz de diseño para investigar el efecto de la pectina y carboximetil celulosa (CMC) en la mermelada de sancayo..... | 31 |
| Tabla 5. Resultados del análisis sensorial de la mermelada de sancayo..... | 43 |
| Tabla 6. Resultados del análisis fisicoquímico de la mermelada de sancayo..... | 52 |
| Tabla 7. Resultados del análisis de viscosidad de la mermelada de sancayo..... | 59 |
| Tabla 8. Solución óptima según función de deseabilidad (Deserabilitty) para la mermelada de sancayo | 63 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Matriz de consistencia para la investigación de la mermelada de sancayo | 78 |
| Anexo 2. Ficha de cata | 79 |
| Anexo 3. Análisis estadístico para la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada | 80 |
| Anexo 4. Análisis estadístico para la aceptabilidad del olor de la mermelada | 81 |
| Anexo 5. Análisis estadístico para la aceptabilidad del sabor de la mermelada | 82 |
| Anexo 6. Análisis estadístico para la intensidad de la consistencia de la mermelada..... | 83 |
| Anexo 7. Análisis estadístico para los sólidos solubles de la mermelada | 84 |
| Anexo 8. Análisis estadístico para la acidez de la mermelada | 85 |
| Anexo 9. Análisis estadístico para el pH de la mermelada | 86 |
| Anexo 10. Análisis estadístico para la viscosidad de la mermelada | 87 |
| Anexo 11. Norma técnica peruana de la mermelada | 88 |
| Anexo 12. Balance de masa de la mermelada optimizada..... | 94 |
| Anexo 13. Análisis microbiológico..... | 95 |

RESUMEN

El objetivo general de la presente investigación fue determinar la influencia de la adición de gelificantes carboximetilcelulosa (CMC) y pectina sobre la aceptabilidad sensorial y las características fisicoquímicas de una mermelada de sancayo (*Corryocactus brevistylus*). El tipo de investigación es aplicada a nivel experimental. El diseño empleado fue factorial 3 x 3 que da 9 tratamientos con 2 repeticiones contabilizando 18 unidades experimentales. Se concluyó que existe influencia significativa (p valor $< 0,05$) sobre la aceptabilidad sensorial de la consistencia por efecto de la pectina, pero no se encontró influencia sobre la aceptabilidad de la apariencia, olor y sabor de la mermelada. Existe influencia significativa (p -valor $< 0,05$) sobre la acidez, pH y viscosidad; especialmente por efecto de la pectina, pero no existe influencia sobre los sólidos solubles. Las condiciones óptimas son pectina 1,689 g/kg; CMC 1,538 g/kg; para una mermelada con aceptabilidad de la apariencia de 3,91 olor 3,94; sabor 3,79; textura 3,96; sólidos solubles 67,92 °Bx; acidez 2,5 %; pH 3,17; viscosidad 8878,40 cP. Y según la norma codex, a la mermelada de sancayo se la puede categorizar como una mermelada de agrios.

Palabras clave: sancayo, gelificantes, mermelada.

ABSTRACT

The general objective of the present investigation was to determine the influence of the addition of carboxymethylcellulose (CMC) and pectin gelling agents on sensory acceptability and the physicochemical characteristics of a sandalwood jam (*Corryocactus brevistylus*). The type of research is applied experimentally. The design used was 3 x 3 factorial that gives 9 treatments with 2 repetitions counting 18 experimental units. It was concluded that there is significant influence (p value $< 0,05$) on the sensory acceptability of the pectin consistency, but no influence was found on the acceptability of the appearance, smell and taste of the jam. There is significant influence (p -value $< 0,05$) on the acidity, pH and viscosity; especially due to the effect of pectin, but there is no influence on soluble solids. The optimal conditions are pectin 1,689 g / kg; CMC 1,538 g / kg; for a marmalade with acceptability of the appearance of 3,91 odor 3,94; flavor 3,79; texture 3,96; soluble solids 67,92 °Bx; 2,5 % acidity; pH 3,17; viscosity 8878,40 cP. And according to the codex standard, sandalwood marmalade can be categorized as a citrus marmalade.

Keywords: sancayo, gelling, marmalade.

INTRODUCCIÓN

En el Perú existe una gran variedad de frutas aun poco conocidas y difundidas. Una de ellas es el “sancayo” o "sanqui", fruto que crece en las vertientes occidentales en forma natural, ha sido consumido por muchos años atrás para satisfacer la sed de los pobladores y bajo diversos usos del tipo alimentario, medicinal, veterinario y como combustible, entre otros. Nolazco y Guevara, (2008) indican que el sanqui es un fruto ácido pero muy agradable, en combinación con otras frutas exóticas se obtienen productos con buenas características organolépticas y de importancia para la industria alimentaria. Ensayos fisicoquímicos en pulpa de la fruta fresca han demostrado la presencia de minerales, vitamina C y capacidad antioxidante; por lo que se hace necesario desarrollar trabajos de investigación conducentes al conocimiento de este importante fruto

La Innovación en productos alimenticios se presenta como una combinación en el uso de ingredientes especiales, aprovechamiento de subproductos, implementación de procesos de elaboración diferentes y la presentación en novedosos empaques, que finalmente ofrecen al consumidor opciones de productos que pueden tener una o varias de estas características: alta calidad, saludables, con nuevas sensaciones sensoriales (Vanegas, 2012).

CAPÍTULO I.

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En los últimos años el consumo de derivados de fruta se ha incrementado favoreciendo el progreso de las industrias que fabrican mermelada a nivel nacional, afirmaban Cáceres y Poma, (2016) por ello dichos autores indican que para aprovechar las oportunidades y vincularse con este mercado, es importante satisfacer al consumidor al ofrecerle producto durante todo el año y asegurarle que el mismo cumple con los estándares de calidad. A pesar de que se cuenta con una gran variedad de frutas que pueden utilizarse para la producción de mermelada, existen ciertas dificultades en cuanto al uso de estas, debido a que no se cuenta con un abastecimiento constante en cuanto a cantidad y calidad se refiere, se tiene como inconveniente también la variación de costos a lo largo de las distintas épocas del año. Personas conocedoras sobre la elaboración de mermelada indican que la fruta no se utiliza en su totalidad debido a la existencia de semillas, cáscara e incluso pedúnculos, razón por la que se consideran desperdicio al no presentar beneficio alguno para un proceso de productos

Asimismo, la Gaceta Molinera, (2016) indica que la preparación de mermeladas ha pasado de ser un proceso casero, para convertirse en una importante actividad de la industria de procesamiento de frutas. La conservación de este producto se basa en las características de las materias primas que se emplean y los varios efectos que se ejercen sobre los microorganismos potencialmente deteriorantes de las mermeladas

El sanky o sancayo es muy importante desde el punto de vista alimenticio, sus frutos se comen al estado fresco y maduros los mismos que son ácidos y muy agradables y desde el punto de vista industrial se le señala como fuente de ácido cítrico y como insumo para la fabricación de jugos, mermeladas, jaleas, caramelos, cócteles, bebidas, etc (Gaceta Molinera, 2016). Para usos medicinales comúnmente los pobladores usan el jugo del sancayo como laxante. Además, tiene propiedades tenso-reguladores y también previene la gastritis y enfermedades del hígado

Además, se debe considerar lo que afirman Cáceres y Poma, (2016) al mencionar que, en el Perú, las frutas cactáceas como el sancayo (*Corryocactus brevistylus*) tienen escasa utilidad comercial, y su aprovechamiento está limitado al consumo fresco debido a dificultades en el manejo post-cosecha y al desconocimiento de su potencial alimentario.

La investigación de sancayo (*Corryocactus brevistylus*) por ser un fruto nativo de la parte altoandina como afirman Cáceres y Poma, (2016) carece de información sobre estudios relacionados con la aceptación en el mercado de productos generados mediante procesos industriales, semi industriales, los principales productos artesanales de sancayo son mermeladas, deshidratados y la elaboración de jugos.

Dentro de este marco, el problema de investigación del presente trabajo se centró en la falta de la consistencia característica de las mermeladas de sancayo elaboradas de manera artesanales, constituyendo a la vez una barrera para su industrialización, motivo por el cual se propone aplicar los procedimientos tecnológicos e investigar la influencia de dos tipos de gelificantes (pectina y CMC) con el objeto de mejorar la calidad de la mermelada de sancayo.

1.2 Formulación y sistematización del problema

Problema general

- ¿Cuál es la influencia de la adición de gelificantes sobre la aceptabilidad sensorial y características fisicoquímicas de una mermelada elaborada a base de sancayo (*Corryocactus brevistylus*)?

Problemas específicos

- ¿Cuál será la influencia de la adición de gelificantes (pectina y CMC) sobre la aceptabilidad sensorial de la mermelada de sancayo?
- ¿Cuál será la influencia de la adición de gelificantes (pectina y CMC) sobre las características fisicoquímicas de la mermelada de sancayo?
- ¿Cuál será las condiciones óptimas de gelificantes (pectina y CMC) para elaborar la mermelada de sancayo?

1.3 Delimitación de la investigación

El fruto sancayo (*Corryocactus brevistylus*) se obtuvo de la zona altoandina del distrito de Tarata. La temporada de cosecha es entre los meses de marzo - mayo. El estudio se basa desde la recepción del sancayo hasta la obtención de la mermelada. La investigación desarrolló sus análisis específicamente en los Laboratorios de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

1.4 Justificación

La elaboración de mermeladas representa una alternativa para la agroindustria, debido a que son productos de larga vida útil, lo que facilita su comercialización y almacenamiento; además su elaboración no es compleja, y requiere de poca inversión; por lo tanto, es una opción válida para los pequeños empresarios (López et al., 2000).

En términos generales la producción de frutas en la parte altoandina constituye una actividad económica para los agricultores de la zona. Una tarea para la industria alimentaria es desarrollar productos agroindustriales que den valor agregado a los productos nativos como el sancayo y así incrementar su consumo, pues está restringido a los pobladores de la zona. La elaboración de mermelada bien podría incrementar su consumo y con su consecuente industrialización.

1.5 Limitaciones

No existen antecedentes de investigación en la elaboración de una mermelada de sancayo realizado a nivel local y regional. Existe estacionalidad de la materia prima; la recolección del fruto fue entre los meses de marzo - mayo.

1.6 Objetivos

Objetivo general:

- Determinar la influencia de la adición de gelificantes sobre la aceptabilidad sensorial y características fisicoquímicas de una mermelada elaborada a base de sancayo (*Corryocactus brevistylus*).

Objetivos específicos:

- Determinar la influencia de la adición de gelificantes (pectina y CMC) sobre la aceptabilidad sensorial de una mermelada de sancayo.
- Determinar la influencia de la adición de gelificantes (pectina y CMC) sobre las características fisicoquímicas de una mermelada de sancayo.
- Establecer las condiciones óptimas de gelificantes (pectina y CMC) para elaborar la mermelada de sancayo.

CAPÍTULO II.

HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Hipótesis general, y específicas

Hipótesis general

La adición de gelificantes influye significativamente sobre la aceptabilidad sensorial y características fisicoquímicas de una mermelada elaborada a base de sancayo (*Corryocactus brevistylus*).

Hipótesis específicas

- La adición de gelificantes (pectina y CMC) influye significativamente sobre la aceptabilidad sensorial de una mermelada de sancayo.
- La adición de gelificantes (pectina y CMC) influye significativamente sobre las características fisicoquímicas de una mermelada de sancayo.
- Es factible elaborar la mermelada de sancayo optimizando las concentraciones de gelificantes (pectina y CMC).

2.2 Diagrama de variables

La Figura 1 muestra la relación de las variables independientes con las variables dependientes en el estudio de la mermelada.



Figura 1. Diagrama de variables en la investigación de la mermelada de sancayo

Fuente: Elaboración propia (2018)

2.3 Indicadores de las variables

a) Variable independiente:

- ◆ Gelificantes
 - i. Pectina.
 - ii. Carboximetil celulosa (CMC).

b) Variables dependientes:

- ◆ Aceptabilidad sensorial
 - i. Apariencia.
 - ii. Olor.
 - iii. Sabor.
 - iv. Consistencia.
- ◆ Características fisicoquímicas
 - i. Sólidos solubles.
 - ii. Acidez.

iii. pH.

iv. Viscosidad.

2.4 Operacionalización de variables

La Tabla 1 muestra la operacionalización de las variables en estudio.

Tabla 1. Operacionalización de las variables para la mermelada de sancayo

| Variables | Definición | Indicadores | Valor/unidad | Instrumento |
|---------------------------------------|---|--|----------------------|---|
| Variable independiente | | | | |
| Gelificantes | Son los insumos (gelificantes) que al adicionarlo en diferentes concentraciones va a influir sobre las características de la mermelada. | X1: Concentración de pectina | g/kg | Balanza |
| | | X2: Concentración de carboximetil celulosa CMC | g/kg | Balanza |
| Variables dependientes | | | | |
| Aceptabilidad sensorial | Aquellas características del alimento percibidas por los sentidos. | Y1: Apariencia Y2: Olor Y3: Sabor Y4: Consistencia | adimensional | Escala hedónica de 5 puntos |
| Características fisicoquímicas | Las características del alimento que se miden con instrumentos especializados. | Y5: Sólidos solubles Y6: Acidez Y7: pH Y8: Viscosidad | Bx, % -- cP | Refractómetro Equipo gravimétrico, Potenciómetro Viscosímetro de brokfield |

Fuente: elaboración propia (2018)

CAPÍTULO III.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 Conceptos generales y definiciones

3.1.1 Definición de mermelada

La mermelada es la mezcla del azúcar de la fruta y la azúcar agregada con la pectina presente o adicionada, para formar un gel, que le otorga al producto una naturaleza especial. La mermelada es un producto de consistencia pastosa o gelatinosa, obtenida por cocción y concentración de frutas sanas adecuadamente preparadas, con adición de edulcorantes, con o sin adición de agua. La fruta puede ir entera, en trozos, tiras o partículas finas y deben estar dispersas uniformemente en todo el producto. La elaboración de mermeladas es hasta ahora uno de los métodos más comunes para conservar las frutas y su producción casera es superior a la producción hecha masivamente. Las características más saltantes de la mermelada es su color brillante y atractivo, además debe parecer gelificada sin mucha rigidez de forma tal que pueda extenderse perfectamente (Barona, 2007).

Se define a la mermelada como un producto de consistencia pastosa o gelatinosa, obtenida por cocción y concentración de frutas sanas, adecuadamente preparadas, con adición de edulcorantes, con o sin adición de agua. La fruta puede ir entera, en trozos, tiras o partículas finas y deben estar dispersas uniformemente en todo el producto. La elaboración de mermeladas sigue siendo uno de los métodos más populares para la conservación de las frutas en general. La mermelada casera tiene un sabor excelente que es muy superior al de las procedentes de una producción masiva. Una verdadera mermelada debe presentar un color brillante y atractivo, reflejando el color propio de la fruta. Además, debe aparecer bien gelificada sin demasiada rigidez, de forma tal que pueda extenderse perfectamente. Debe tener un buen sabor afrutado. También debe conservarse bien cuando se almacena en un lugar fresco, preferentemente oscuro y seco. Todos los que tienen experiencia en la elaboración de mermeladas saben que resulta difícil tener éxito en todos los puntos descritos, incluso cuando se emplea una receta bien comprobada debido a la variabilidad de los ingredientes en general, principalmente de la fruta. Las frutas difieren según sea su variedad y su grado de madurez, incluso el tamaño y la forma de las cacerolas empleadas para la cocción influyen sobre el resultado final al variar la rapidez con que se evapora el agua durante la cocción (Coronado y Hilario, 2001).

3.1.2 Los grados Brix

El principio de medición se basa en la refracción de la luz (roto del latín: *fractus*) creada por la naturaleza y la concentración de los solutos (por ejemplo, el azúcar). Es por esto que un refractómetro mide indirectamente la densidad de los líquidos. La unidad de medida °Bx (grados Brix) lleva el nombre de Adolf F. Brix, un científico del siglo XIX. Según esa escala, 1 °Bx correspondería a un índice de refracción de una solución de sacarosa en agua al 1%. $1\text{ °Bx} \approx 1,3345\text{ nD} \approx 1,0039\text{ SG20/20}$. En la práctica, para la medición de concentraciones en la industria de bebidas se utiliza el refractómetro. Este permite determinar con exactitud el extracto total que se ofrece en grados Brix (°Bx) (KRUSS, 2013).

3.2 Enfoques teórico- técnicos

3.2.1 El sancayo

Esta especie presenta tallos carnosos que alcanzan hasta 2 a 5 m de altura, ramificado libremente desde la base, formando grandes grupos; verde oscuros a verde claros-amarillentos; 7- 8 costillas, con espinas, las más largas de 24 cm de largo (Cáceres, 2000).

Había dos subespecies distintas: *Subsp. Brevistylus*, rugoso, la agrupación densa, alta hasta 3 m con 6-7 costillas muy marcadas y flores

de 10 cm de diámetro. **Subsp. Puquiensis** (Rauh y Backbg.) Ostolaza: Menos cespitosa pero de alta hasta 5 m; tambores con 8 nervios, flores hasta 6 cm de diámetro (Cáceres y Poma. 2016).



Figura 2. Fruto del *Corryocactus brevistylus* (Sancayo)
Fuente: Cáceres, (2000)

Florece diurnamente, tiene flores amarillas, fragantes, 5 a 6 cm de largo x 10 cm de ancho; fruto baya verde-amarillenta, redonda y jugosa, de 12 cm de diámetro, con abundantes espinas, caediza al madurar; se llaman "sancayos" y se comen frescos y maduros, son ácidos y agradables. Además de su consumo se hacen jugos, mazamorras y bebidas calientes (Cáceres, 2000).

3.2.1.1 Composición fisicoquímica del sancayo

En la tabla 2 se detalla la composición fisicoquímica de la pulpa y la cáscara de sancayo. Como se observa tiene un contenido significativo de calcio, fósforo y potasio.

Tabla 2. Valor nutricional del sancayo

| Componente | Pulpa | Cáscara |
|-----------------------|--------|---------|
| Caloría (kcal) | 17,6 | 28 |
| Humedad (g/100 g) | 95,2 | 91,6 |
| Carbohidrato g/100 g) | 3,1 | 5,6 |
| Ceniza (g/100 g) | 0,4 | 1,4 |
| Grasa (g/100 g) | 0 | 0 |
| Fibra (g/100 g) | 0,9 | 1,7 |
| Proteína (g/100 g) | 1,3 | 1,4 |
| Calcio (ppm) | 104,5 | 752 |
| Potasio(ppm) | 5566,4 | 1743,9 |
| Fósforo (mg/l100 g) | 12,8 | 6,7 |
| Vitamina C (mg/100 g) | 57,1 | 2,5 |

Fuente: Nolzco y Guevara (2008).

3.2.1.2 Propiedades del sancayo

Posee propiedades curativas para las afecciones hepáticas y renales debido a su poder antioxidante. Se considera que el estrés oxidativo provoca un espectro de enfermedades y desempeña una función patogenética en la hepatopatía alcohólica, las hepatitis virales, la estetohepatitis no alcohólica, la enfermedad hepática autoinmune, el cáncer y la cirrosis hepáticos (Sasaki, 2006). Es por ello que los

antioxidantes parecieron alentadores en la prevención y el tratamiento del daño hepático (Medina, 2011). Además, posee propiedades laxantes, de regulación del colesterol (debido a su contenido en vitamina C), y contra la osteoporosis (por la presencia de calcio) (Soria, 2006).

3.2.2 Materias primas utilizadas en la elaboración de mermelada

Amézquita (2007) sostiene que para elaborar una buena mermelada requiere de un óptimo balance entre el nivel de azúcar, la cantidad de pectina y la acidez. El mismo autor señala que se emplean lo siguiente:

- a. Pulpa: La pulpa es la parte comestible del fruto entero, eventualmente pelada o despepitada, que puede estar cortada en trozos y triturada, pero no reducida a puré. La pulpa de fruta se obtiene licuando una libra de ésta con una taza de agua. La pulpa de fruta utilizada en la elaboración de confitura y de mermelada debe consistir únicamente en la parte comestible del fruto. La cantidad de pulpa utilizada para la fabricación de 1 kg de mermelada no debe ser inferior, en general, a 500 g. El contenido mínimo de pulpa debe ser del 30% en peso del producto terminado, y los grados brix, como mínimo, de 45°. Para producir 5 kg de mermelada, se necesitan 3 kg de manzana, esto significa que cada kg de mermelada contiene 0,6 kg de partes aprovechables de la fruta, es decir, pulpa (Amézquita, 2007).

- b. Azúcar:** El azúcar desempeña un papel vital en la gelificación de la mermelada al combinarse con la pectina. En las mermeladas en general la mejor combinación, para mantener la calidad y conseguir una gelificación correcta y un buen sabor, suele obtenerse cuando el 60 % del peso final de la mermelada procede del azúcar añadido. El azúcar debe ser de preferencia azúcar blanca, porque permite mantener las características propias de color y sabor de la fruta (Amézquita, 2007).

- c. Ácido cítrico:** Es el ácido y el agente de control de pH más utilizado en la industria alimentaria, ya que evita el pardeamiento de las frutas. El ácido cítrico es importante no solamente para la gelificación de la mermelada sino también para conferir brillo al color de la mermelada, mejora el sabor, ayuda a evitar la cristalización del azúcar y prolonga su tiempo de vida útil (Coronado y Hilario, 2001).

- d. Pectina:** La fruta contiene en las membranas de sus células una sustancia natural gelificante que se denomina pectina. La cantidad y calidad de pectina presente, depende del tipo de fruta y de su estado de madurez. La fruta verde contiene la máxima cantidad de pectina, mientras que la fruta madura contiene algo menos. Es una sustancia gelatinizante contenida en los vegetales especialmente en cáscaras,

semillas y pulpa. Es fundamental para producir la coagulación del producto. Entre las frutas ricas en pectina se encuentra la manzana, membrillo, melón maduro, uva, cereza, guayaba, cítricos en general, higos verdes, damasco.

- e. **Preservantes:** Los más usados son el sorbato de potasio y el benzoato de sodio. El sorbato de potasio tiene mayor espectro de acción sobre microorganismos. El benzoato de sodio actúa sobre hongos y levaduras, además es el más utilizado en la industria alimentaria por su menor costo, sin embargo, en ciertas concentraciones produce cambios en el sabor del producto, lo anterior indica que debe adecuarse su uso para mantener la calidad del producto (Coronado y Hilario, 2001).

3.2.3 Agentes gelificantes

El estado de gel se considera como intermedio entre el estado líquido (dado que ciertos geles pueden tener hasta 99,9 % de agua) y el estado sólido (ya que su organización estructural permite mantener su forma y resistir ciertas presiones). Por tanto, el gel es un sistema difásico y constituido por una red macromolecular tridimensional sólida que retiene entre sus mallas una fase líquida. El estado gel no puede ser definido por un equilibrio, ya que evoluciona en el curso del tiempo (Barboza y Barboza, 1993).

3.2.4 Carboximetil celulosa sódica (CMC)

Conocida como CMC, se obtiene de celulosa natural por modificación química derivado de éter de celulosa, es soluble en agua. La CMC ha sido aprobada como aditivo interno alimenticio en la Unión Europea, Estados Unidos y muchos otros países. El ADI (consumo diario aceptado) es de 25 mg/kg de la persona. La CMC evita sinéresis del agua a temperaturas de congelación, es decir, la separación espontánea del agua debido a la contracción del gel, por lo que se utiliza como estabilizador en alimentos congelados (mezclas de carnes, pescado y vegetales) (Gerlat, 2000). Además de evitar la sinéresis, actúa como fibra dietética, agente antigumoso y emulsificante (Ruiz. 2007).

Mientras el alimento es congelado, el éter de celulosa ayuda a mantener la humedad y evita que los vegetales o las frutas se quemen, además ayuda a estabilizar la solubilidad de jugos de fruta congelados. La habilidad que tiene la CMC para evitar la cristalización es utilizada en la fabricación de helados y productos derivados del azúcar como mieles (Gerlat, 2000).

3.2.5 Pectinas

Las pectinas son un grupo complejo de heteropolisacáridos estructurales que contienen sobre todo unidades de ácido galacturónico. Están presentes en las paredes celulares primarias y en la laminilla media de las células parenquimáticas de muchas plantas, están asociadas con otros componentes de la pared celular, como la celulosa, hemicelulosa y la lignina, y son responsables de la firmeza de algunos productos. La disolución de los componentes de dicha pared celular, sobre todo de las pectinas se ha relacionado con el ablandamiento de los vegetales. La principal aplicación de las pectinas en la industria de alimentos es la fabricación de compotas y mermeladas; se utiliza también como agente gelificante en pudines, estabilizante de emulsiones y suspensiones, agente viscosante en bebidas, agente estabilizante en helados y postres fríos, y en soluciones para recubrir salchichas y carnes enlatadas (Vargas, 2008).

La pectina de alto metoxilo es el agente gelificante por excelencia en la elaboración de jaleas y mermeladas tradicionales. En estos productos el azúcar tiene un papel predominante en la gelificación, dado que los geles formados con este tipo de pectinas requieren que un soluto esté presente en el medio (típicamente sacarosa en una concentración mayor al 55 %) (Thakur et al., 1997).

3.2.6 Calidad de la mermelada

Las máximas medidas de higiene que aseguren la calidad y no ponga en riesgo la salud de quienes la consumen. Por lo tanto, debe elaborarse en buenas condiciones de sanidad, con frutas maduras, frescas, limpias y libres de restos de sustancias tóxicas. Puede prepararse con pulpas concentradas o con frutas previamente elaboradas o conservadas, siempre que reúnan los requisitos mencionados (Barona, 2007).

3.2.7 Defectos en la elaboración de mermeladas

En la elaboración de mermeladas pueden presentarse algunos defectos en el producto y para determinar las causas de los mismos, es necesario comprobar el contenido de sólidos solubles (°Bx), pH, color y sabor (CCB, 2015).

3.2.7.1 Mermelada floja o poco firme, causas

- Cocción prolongada (hidrólisis de la pectina).
- Acidez demasiado elevada que rompe el sistema de redes o estructura en formación.
- Acidez demasiado baja (perjudica la capacidad de gelificación).
- Elevada cantidad de sales minerales o tampones presentes en la fruta, que retrasan o impiden la completa gelificación.

- Carencia de pectina en la fruta.
- Elevada cantidad de azúcar con relación a la cantidad de pectina.
- Excesivo enfriamiento que origina la ruptura del gel durante el envasado (CCB, 2015).

3.2.7.2 El agua atrapada es exudada y se produce una compresión del gel

- Acidez demasiado elevada.
- Deficiencia en pectina.
- Exceso de azúcar invertido.
- Concentración deficiente, exceso de agua (demasiado bajo en sólidos) (CCB, 2015).

3.2.7.3 Cristalización

- Elevada cantidad de azúcar.
- Acidez demasiado elevada que ocasiona la alta inversión de los azúcares, dando lugar a la granulación de la mermelada.
- Acidez demasiado baja que origina la cristalización de la sacarosa.
- Exceso de cocción que da una inversión excesiva.

- La permanencia de la mermelada en las pailas de cocción u ollas, después de haberse hervido también da a lugar a una inversión excesiva (CCB, 2015).

3.2.7.4 Cambios de color

- Cocción prolongada da lugar a la caramelización del azúcar.
- Deficiente enfriamiento después del envasado.
- Contaminación con metales: el estaño, el hierro y sus sales, pueden originar un color oscuro. Los fosfatos de magnesio y potasio, los oxalatos y otras sales de estos metales producen enturbiamiento (CCB, 2015).

3.2.7.5 Crecimiento de hongos y levaduras en la superficie

- Humedad excesiva en el almacenamiento.
- Contaminación anterior al cierre de los envases.
- Envases poco herméticos.
- Bajo contenido de sólidos solubles del producto, debajo del 63%.
- Contaminación debido a la mala esterilización de envases y de las tapas utilizadas.
- Sinéresis de la mermelada.

- Llenado de los envases a temperatura demasiado baja, menor a 85°C.
- Llenado de los envases a temperatura demasiado alta, mayor a 90°C (CCB, 2015).

3.2.8 Análisis sensorial

Para estimar el éxito de productos novedosos, es indispensable determinar el grado de satisfacción que pueden brindar y anticipar la aceptabilidad que tendrán por parte del consumidor (Gállinger, 1998). Las propiedades sensoriales de un producto alimenticio determinan en gran medida el grado de aceptación que el consumidor final manifiesta hacia él. De hecho, más que el precio o el empaque, se suele recomendar un alimento por su buen sabor, apariencia o aroma (Restrepo, 2009).

De aquí el valor de poder determinar las necesidades del consumidor, para poder desarrollar un producto que sea aceptado y comercializable (McDermott, 1990).

La evaluación sensorial es aquella área de la ciencia que mide, interpreta y analiza las características de los alimentos que son percibidas por medio de los sentidos: vista, gusto, olfato, tacto y oído (Gállinger, 1998).

3.2.9 La viscosidad

Es la resistencia de un líquido a fluir. La unidad de viscosidad es el poise (g/cm-s); más comúnmente, se usa un submúltiplo de ella, el centipoise (Tabla 3). Es importante considerar la relación definida que existe entre la viscosidad y la temperatura, razón por la cual ésta debe mantenerse constante al hacer las mediciones para obtener resultados comparables. Casi nunca se reporta en términos de viscosidad absoluta, sino como viscosidad relativa, o sea la viscosidad de la sustancia comparada con la viscosidad de un líquido en referencia, generalmente el agua. La viscosidad se mide por medio de viscosímetros los cuales están basados principalmente en principios tales como: flujo a través de un tubo capilar (viscosímetro de Ostwald); flujo a través de un orificio (viscosímetro de Saybolt); rotación de un cilindro o aguja en el material de prueba (viscosímetro de Stormer y Brookfield). En ocasiones, especialmente con líquidos plásticos, pseudo plásticos o dilatantes, deben hacerse lecturas cambiando la fuerza de corte, bien sea cambiando la aguja, o la velocidad de ambas. Hay productos que sin tener las características físicas de un sólido presentan una deformación más lenta que la de un líquido. Para caracterizar este tipo de producto se mide consistencia (Pérez, 2007).

Tabla 3. Viscosidades aproximadas de productos a temperatura ambiente

| Material | Viscosidad en centipoise (cP) |
|----------------------|-------------------------------|
| Aire | 0,01 |
| Metanol | 0,50 |
| Agua | 1,00 |
| Leche | 3,00 |
| Glicol etileno | 15,00 |
| Vino | 25,00 |
| Miel | 10 000 |
| Chocolate | 25 000 |
| Salsa de tomate | 50 000 |
| Mostaza | 70 000 |
| Crema | 100 000 |
| Manteca de cacahuete | 250 000 |

Fuente: ATTP (2008)

3.2.10 El análisis de regresión

El análisis de regresión tiene como objetivo modelar en forma matemática el comportamiento de una variable de respuesta en función de una o más variables independientes (factores). Por ejemplo, suponga que el rendimiento de un proceso químico está relacionado con la temperatura de operación. Si mediante un modelo matemático es posible describir tal relación, entonces este modelo puede ser usado para propósitos de predicción, optimización o control. Para estimar los parámetros de un modelo de regresión son necesarios los datos, los cuales pueden obtenerse de experimentos planeados, de observaciones de fenómenos no controlados o de registros históricos (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

Los buenos modelos son aquellos que cumplen más criterios de calidad del ajuste. Siempre existirán circunstancias en las que, al no cumplirse alguno de los criterios, desde el punto de vista práctico no necesariamente harán inviable el modelo. Por ejemplo, si la normalidad en los residuos no se cumple, se sabe que esa suposición no es tan fuerte, es decir, que la metodología es más o menos robusta a la falta de normalidad. Otro aspecto para tomar en cuenta es que, bajo calidad similar en el ajuste de dos modelos, siempre se deberá preferir el más sencillo (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

3.3 Marco referencial

Se utilizó tuna (*Opuntia sp*) para la "Elaboración de jaleas y mermeladas de cinco especies de tuna" desarrollado por González (2005), utilizó un diseño experimental totalmente al azar, teniendo como variables: el agente de gelación (pectina carragenina y agar), las temperaturas de almacenamiento (25 y 37 °C) y los tiempos de incubación (45 y 90 días). Las mermeladas y jaleas obtenidas de las cinco diferentes especies de tuna presentaron características sensoriales y microbiológicas similares, sin embargo, la textura fue variable para cada una de ellas, siendo la de *Opuntia joconostle* la que presentó mejor consistencia, debido a que en forma natural su acidez está en el intervalo de acción de las pectinas (pH

3,3) habilidad de cada una de las muestras no varía significativamente, lo que indica que la matriz del gel formada es estable aun sometiéndola a altas temperaturas de almacenamiento.

En el trabajo para determinar una formulación óptima del néctar de sanky (*Corryocactus brevistylus*) endulzado con extracto de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) como desarrollo de un nuevo producto, una bebida de características hipoglucémicas y agradable al paladar realizado por Díaz (2016), preparó el extracto de stevia siguiendo el proceso de hidrólisis ácida con ácido sulfúrico, utilizando las hojas secas de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) procedente del fundo Campoverde del Caserío Ricardo Palma, región de Ucayali, las cuales tuvieron que secarse hasta una humedad de 4,2 % para que la molienda se realice de manera óptima a malla N° 35. Se preparó el néctar con la pulpa obtenida con una relación de 1 a 2, a las que se agregó CMC y sorbato de potasio, de este néctar se separaron 4 muestras, las cuales fueron endulzadas con diferentes porciones de extracto de stevia, 5 g, 7 g, 9 g y 11 g y manteniendo la formulación del néctar constante. Las características fisicoquímicas de estas muestras determinaron en un rango de pH= 3,24 - 3,3, grados Bx=6,6 - 6,678 °bx, densidad 1,140 -1,145, color verde pálido, olor agradable característico de la fruta y sabor ácido.

Chávez (1985) realizó una investigación en la facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, en U.N.A (Universidad Nacional de los Andes Puno-Perú), sobre "Estudio técnico guayaba (*Psidium guajava* L.) en almíbar y dulce de guayaba o guayabada y mermelada". Pero como mermelada fortificada no existe investigación alguna. Con respecto a la utilización de la pulpa de camu camu en mezcla con pulpa de guayaba, como enriquecedor de vitamina C.

En la investigación titulada "Elaboración de mermelada light de durazno" de Vera (2012) la incorporación de ingredientes bajos en calorías permitió crear productos similares a los calóricos en características físicas y organolépticas, pero que no produzcan aumento de peso. La sucralosa, la stevia y acesulfame de potasio son edulcorantes ampliamente utilizados en la elaboración de productos bajos en calorías. Es por esto que se desarrolló una mermelada light de durazno que puede ser consumida por diabéticos y por quienes deseen seguir una dieta baja en calorías, porque no contiene azúcar. Para ello se realizaron 3 formulaciones, su diferencia radicó en el edulcorante utilizado, X (sucralosa), Y (stevia) y Z (sucralosa/acesulfame de potasio) respectivamente. El principal objetivo es desarrollar una mermelada lo más similar a las existentes en el mercado en parámetros sensoriales y fisicoquímicos. La evaluación sensorial de Z

presentó mayor puntuación que X e Y en todos los parámetros, aunque solo se presentó diferencia significativa en el parámetro de aceptación. Sin embargo, en los parámetros de apariencia, sabor, olor, y aceptación general no se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$).

Con el propósito de evaluar el efecto de la proporción de pulpa de aguaymanto/berenjena y porcentaje de pectina en la consistencia y sabor de la mermelada obtenida a partir del aguaymanto (*Physalis peruviana*) y berenjena (*Solanum melangena*) Gutiérrez (2011) utilizó el método de superficie de respuesta para realizar el presente trabajo de investigación. Con proporción de aguaymanto/berenjena en el rango de 1/1 a 5/1, y el porcentaje de pectina en rango de 0,05 a 0,8% sobre las variables de respuesta que fueron el sabor y la consistencia en la mermelada. Utilizó el método de optimización por diseños experimentales; con un diseño 2^2 incluyendo 4 axiales y 3 centrales; obteniendo modelos que fueron altamente significativos con un ($p < 0,05$) tanto la proporción y porcentaje de pectina por presentar un coeficiente de determinación R^2 altos, siendo posible construir las superficies de respuesta. Las condiciones óptimas fueron una proporción de pulpa de aguaymanto/berenjena entre 5,5/1 y 6,5/1 y porcentaje de pectina entre 0,2 y 0,6%. Con valores de 7,5 para el sabor y de 5,5 de consistencia.

CAPÍTULO IV.
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada a nivel experimental. El diseño empleado fue el factorial 3 x 3 con una combinación de 9 tratamientos y 2 repeticiones contabilizando 18 unidades experimentales (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz de diseño para investigar el efecto de la pectina y carboximetil celulosa (CMC) en la mermelada de sancayo

| Tratamientos | X1: Pectina (g/kg) | X2: CMC (g/kg) |
|--------------|-----------------------|-------------------|
| 1 | 0,5 | 1 |
| 2 | 0,5 | 2 |
| 3 | 0,5 | 2,5 |
| 4 | 1,5 | 1 |
| 5 | 1,5 | 2 |
| 6 | 1,5 | 2,5 |
| 7 | 2 | 1 |
| 8 | 2 | 2 |
| 9 | 2 | 2,5 |
| 10 (r) | 0,5 | 1 |
| 11 (r) | 0,5 | 2 |
| 12 (r) | 0,5 | 2,5 |
| 13 (r) | 1,5 | 1 |
| 14 (r) | 1,5 | 2 |
| 15 (r) | 1,5 | 2,5 |
| 16 (r) | 2 | 1 |
| 17 (r) | 2 | 2 |
| 18 (r) | 2 | 2,5 |

Fuente: elaboración propia (2017)

4.2 Población y muestra

En los estudios analíticos (experimentales) según Supo (2012) es de mayor importancia el ámbito de recolección de datos (muestra), el cual representa cualitativamente a la población. Por lo tanto, la población está conformada por las muestras de mermelada diseñadas según condiciones de investigación establecidas y en número tal que representan la combinación de los niveles de cada una de las variables en estudio.

4.3 Materiales y métodos

4.3.1 Materiales y equipos

La investigación se realizó a nivel de laboratorio por lo tanto se utilizó:

a) Equipos:

- Termómetro (-10 a 200°C).
- Potenciometro marca Benchtop $\pm 0,01$ hecho en USA.
- Refractómetro de mano (0-30, 30-90) marca ATC hecho en USA.
- Balanza de precisión marca ADAM sensibilidad 0,01 g max 1,50 kg.
- Cocina eléctrica marca Visión.

b) Utensilios:

- Ollas de acero inoxidable.

- Cucharas.
- Cucharon.
- Tablas de picar.
- Cuchillos.
- Recipientes varios.
- Envases de plástico.

c) Aditivos:

- Pectina.
- CMC.

d) Materia prima

- Fruto sancayo.
- Azúcar blanca marca Doña Vera.

4.3.2 Método experimental

- a.** Selección: Se hizo una selección de acuerdo con las características externas, en esta operación se eliminaron aquellos frutos en estado podredumbre: El sancayo fue sometido a un proceso de selección, ya que la calidad de la mermelada depende de la fruta.



Figura 3. Sancayos seleccionados para su proceso
Fuente: elaboración propia (2017)

- b. Pesado:** Es importante para determinar rendimientos y calcular la cantidad de otros ingredientes que se añadirán posteriormente.
- c. Lavado y cortado:** Se realizó con la finalidad de eliminar partículas extrañas suciedad y restos de tierra que pueda estar adherida a la fruta. Esta operación se realizó por inmersión. Una vez lavada la fruta se aplicó el uso de una solución desinfectante. compuestas de hipoclorito de sodio (lejía) en una concentración de 0,05 a 0,2%; a por lo menos 15 minutos. Finalmente, la fruta fue enjuagada con abundante agua (Figura 4). Posteriormente se seleccionaron sancayos para realizar la medición de pH y grados Bx. El pelado se hizo en forma manual.



Figura 4. Frutos de sancayo lavados
Fuente: elaboración propia (2017)

- d. Extracción de pulpa: Se obtuvo la pulpa (Figura 5), libres de cáscara, utilizando una cuchara, ya que no hubo necesidad de utilizar licuadora, pues la pulpa es muy acuosa. Se midió el peso de la pulpa que es la referencia para el cálculo del resto de insumos.



Figura 5. Pulpueado del sancayo
Fuente: elaboración propia (2017)

- e. Pre-cocción: A la pulpa se sometió a un suave calentamiento antes de añadir el azúcar. No hubo necesidad de añadir agua como usualmente se hacen en frutas como piña o manzana. La pulpa se calentó hasta que comenzó a hervir (Figura 6). Después se concentró la a pulpa a fuego lento durante 10 a 15 minutos a 85°C antes de añadir la mitad de azúcar.

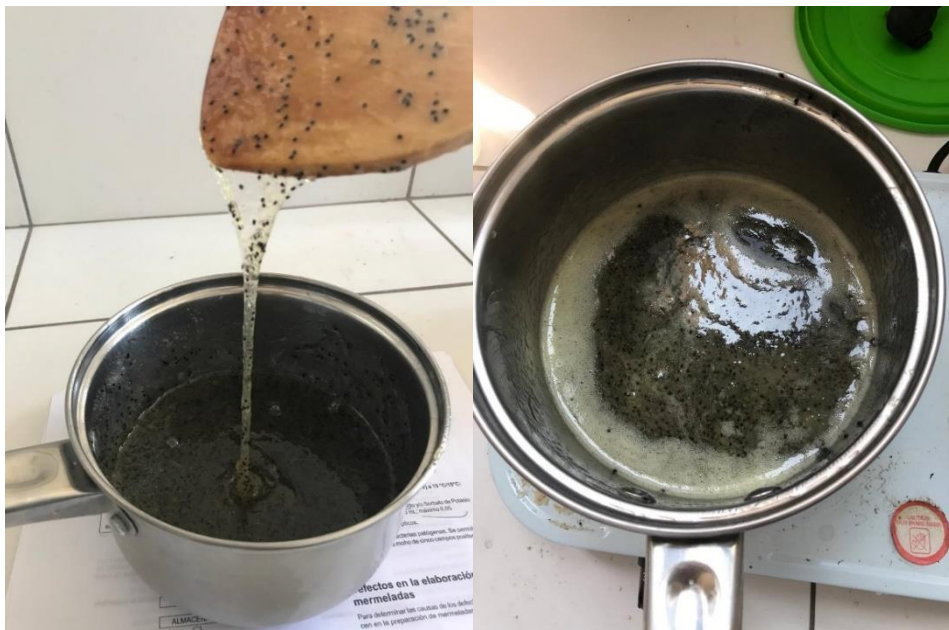


Figura 6. Precocción del sancayo
Fuente: elaboración propia (2017)

- f. Cocción: Una vez que el producto estuvo en proceso de cocción y el volumen se redujo en un tercio, se procedió a añadir la otra mitad del azúcar en forma directa mezclada con la pectina y el CMC. La mermelada se removió hasta que se haya disuelto todo el azúcar. Una vez disuelta, la mezcla fue removida lo menos posible y después se

llegó hasta el punto de ebullición rápidamente. La regla de oro para la elaboración de mermeladas consiste en una cocción lenta antes de añadir el azúcar y muy rápida y corta posteriormente.

- i. Punto de gelificación: Finalmente la adición de la pectina se realizó mezclándola con el resto de azúcar que falta añadir, evitando de esta manera la formación de grumos. Durante esta etapa la masa debe ser removida lo menos posible.
- ii. La cocción se finalizó cuando se obtuvo el porcentaje de sólidos solubles deseados, comprendido entre 65-68%. Para la determinación del punto final de cocción se tomó muestras periódicas hasta alcanzar una concentración mínima de azúcar (60 °Bx) que asegure que al final de la cocción se obtenga una buena gelificación.
- iii. Prueba del refractómetro: Su manejo es sencillo, utilizando una cuchara se extrajo un poco de muestra de mermelada. Se dejó enfriar a temperatura ambiente y se colocó en el refractómetro, se cierra y se procedió a medir.

- g.** Envasado: Se realizó en caliente a una temperatura no menor a los 85°C. Esta temperatura mejora la fluidez del producto durante el llenado y a la vez permite la formación de un vacío adecuado dentro del envase por efecto de la contracción de la mermelada una vez que ha enfriado. En este proceso se utilizó una jarra con pico que permitió llenar con facilidad los envases, evitando que se derrame por los bordes. En el momento del envasado se verificó que los recipientes no estén rajados, ni deformes, limpios y desinfectados.
- h.** El llenado: se realizó en envases (Figura 7) plásticos, se colocó inmediatamente la tapa y se procedió a voltear el envase con la finalidad de esterilizar la tapa. En esta posición permaneció por 3 minutos y luego se volteó cuidadosamente.



Figura 7. Muestras de mermelada de sancayo codificadas según condiciones de diseño

Fuente: elaboración propia (2017)

- i. Enfriado: El producto envasado fue enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro del envase. Al enfriarse el producto, ocurrió la contracción de la mermelada dentro del envase, originando la formación de vacío, que es el factor más importante para la conservación del producto. El enfriado se realizó con chorros de agua fría, que a la vez va a permitir realizar la limpieza exterior de los envases de algunos residuos de mermelada que se hubieran impregnado.

- j. Almacenado: El producto debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su comercialización.

- k. Análisis: Corresponden a los análisis tanto fisicoquímicos (Figura 8) como sensoriales (Figura 9) realizados sobre las muestras en estudio que son las mermeladas diseñadas, de las cuales se obtendrán datos que finalmente se procesaron estadísticamente para su evaluación respectiva.

La Figura 10 muestra las diferentes etapas del proceso experimental en la investigación de la mermelada de sancayo.



Figura 8. Análisis fisicoquímico de muestras de mermelada de sancayo
Fuente: Elaboración propia (2017)



Figura 9. Análisis sensorial de las muestras de mermelada de sancayo
Fuente: elaboración propia (2017)

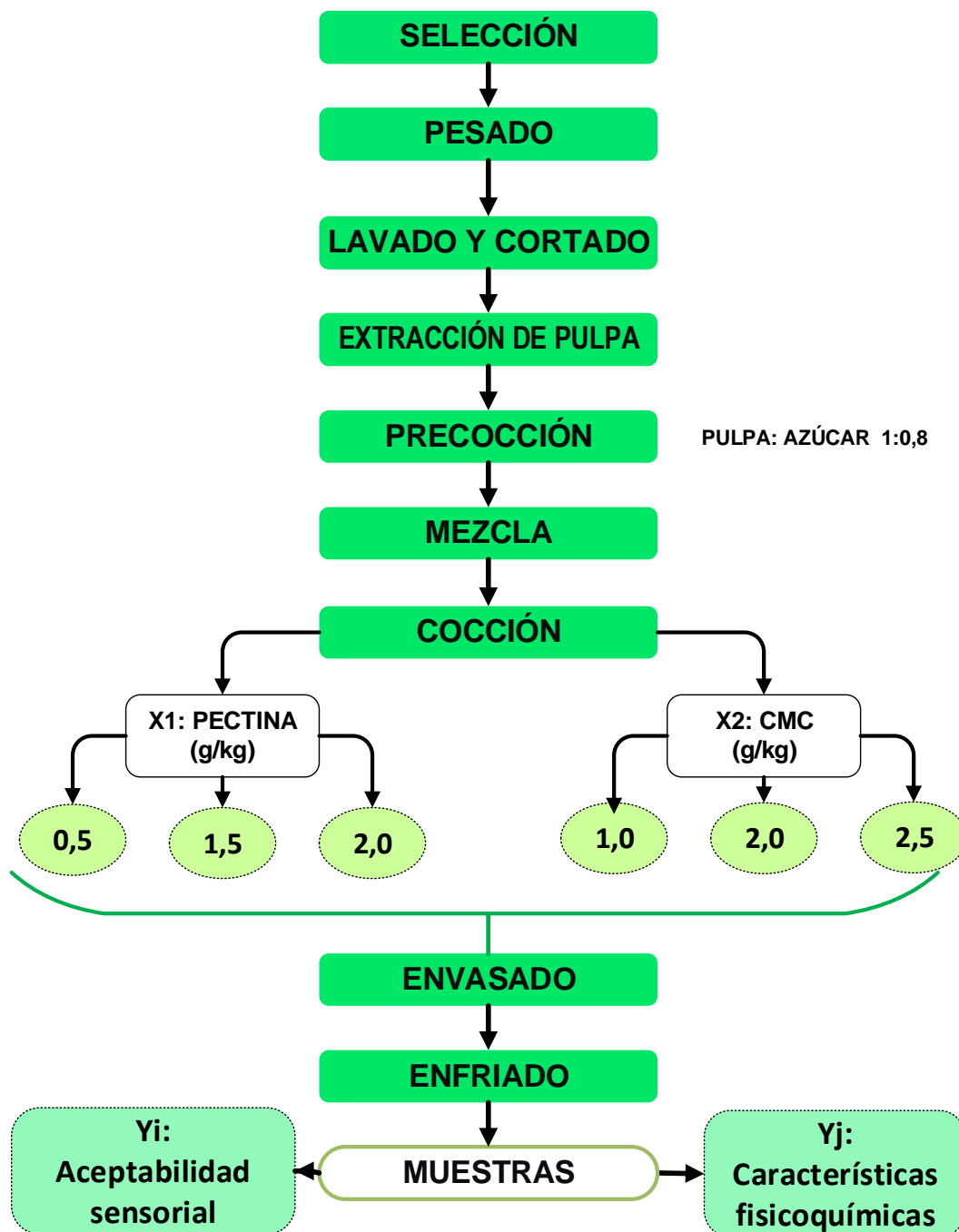


Figura 10. Diseño de tipo experimental para la mermelada de sancayo
Fuente: elaboración propia (2017)

CAPÍTULO V.

TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1 Técnicas aplicadas para la recolección de datos

a. Aceptabilidad sensorial: Se determinó mediante pruebas de "Caracterización mediante escala por atributos", para la apariencia, olor, sabor y consistencia. Se realizó con la ayuda de 15 catadores, de alumnos de la Escuela de Industrias Alimentarias, pues son personas entendidas en el uso de fichas de cata hedónica para la medición de la aceptabilidad sensorial de los alimentos.

b. Características fisicoquímicas

- Sólidos solubles (°Bx): Se determinó en la mermelada de sancayo mediante el refractómetro ABBE, instrumento que permitió determinar la existencia de cambios en los sólidos solubles.
- Acidez total titulable: Se determinó utilizando una solución valorada de hidróxido de sodio (NaOH 0,1 N), y fenolftaleína como indicador. Se reportó el porcentaje como ácido cítrico.
- pH: Se midió el pH de la mermelada mediante la utilización del potenciómetro.
- Viscosidad: Se determinó mediante el viscosímetro de Brookfield.

5.2 Evaluación de la aceptabilidad sensorial

La Tabla 5 presentan los resultados obtenidos de las determinaciones del análisis fisicoquímico para los 18 tratamientos o muestras de mermelada de sancayo:

Tabla 5. Resultados del análisis sensorial de la mermelada de sancayo

| Muestra | X1: Pectina (g/kg) | X2: CMC (g/kg) | Y1: Apariencia | Y2: Sabor | Y3: Olor | Y4: Consistencia ¹ |
|---------|-----------------------|-------------------|----------------|-----------|----------|----------------------------------|
| 1 | 0,5 | 1 | 4 | 4,13 | 3,88 | 2,25 |
| 2 | 0,5 | 2 | 4,13 | 4,13 | 4 | 2,88 |
| 3 | 0,5 | 2,5 | 3,88 | 3,63 | 3,88 | 3 |
| 4 | 1,5 | 1 | 3,5 | 4,13 | 3,63 | 3,63 |
| 5 | 1,5 | 2 | 3,25 | 3,5 | 3,88 | 4,13 |
| 6 | 1,5 | 2,5 | 4,38 | 4,25 | 4,13 | 3,13 |
| 7 | 2 | 1 | 4,38 | 3,88 | 3,88 | 4,13 |
| 8 | 2 | 2 | 4,13 | 4,13 | 4,13 | 3,13 |
| 9 | 2 | 2,5 | 4 | 4,13 | 4,25 | 3,75 |
| 10 (r) | 0,5 | 1 | 3,86 | 3,57 | 4 | 2,14 |
| 11 (r) | 0,5 | 2 | 4 | 3,71 | 4 | 3,43 |
| 12 (r) | 0,5 | 2,5 | 3,71 | 4,57 | 4 | 2,57 |
| 13 (r) | 1,5 | 1 | 4 | 3,43 | 3,86 | 3,29 |
| 14 (r) | 1,5 | 2 | 3,71 | 3,71 | 4,14 | 3,86 |
| 15 (r) | 1,5 | 2,5 | 4,43 | 3,86 | 4 | 3,71 |
| 16 (r) | 2 | 1 | 4,57 | 3,43 | 4,14 | 3,43 |
| 17 (r) | 2 | 2 | 4,43 | 4,14 | 3,86 | 4,71 |
| 18 (r) | 2 | 2,5 | 4 | 3,14 | 4 | 4,57 |

Fuente: elaboración propia (2017).

5.2.1 Apariencia

Del análisis de los efectos del modelo cuadrático completo según la prueba de Pareto (Figura 11) se verifica que, sobre la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada, resultaron significativos (p valor $< 0,05$) el efecto lineal y cuadrático de la pectina, mas no así el efecto de la presencia del CMC ya sea en su forma lineal, cuadrática o de interacción.

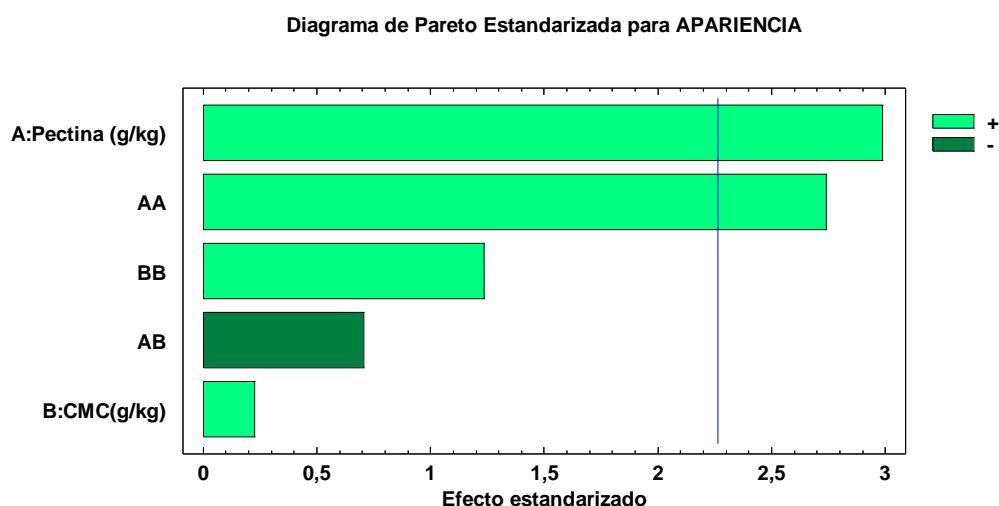


Figura 11. Diagrama de Pareto para la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada de sancayo
Fuente: elaboración propia (2017)

Sin embargo, el análisis de varianza del modelo de regresión cuadrático elegido (Anexo 3) que explica la variabilidad de la apariencia de la mermelada, resultó no significativo pues obtuvo un p -valor de 0,496; valor muy superior al nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Además obtuvo un valor de coeficiente de determinación múltiple muy alejado al 100 %, pues apenas el 27,9 % de la variación observada de la apariencia de las

muestras de mermelada de sancayo es explicada por el modelo cuadrático propuesto, por lo cual se puede afirmar que la calidad del ajuste no es satisfactorio, y que por ello, la relación entre las X y la Y no necesariamente siguen un comportamiento de modelo cuadrático, comportamiento que en una superficie de respuesta se puede visualizar la tendencia de las variables pectina sobre la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada. En la Figura 12 de curvas de nivel del modelo; muestra la variación de la aceptabilidad de la apariencia en función de las variables independientes pectina y CMC, observándose que la variación estimada en función a la percepción de los catadores esta entre 3,6 y 4,32, valores que indican que la aceptabilidad en apariencia esta entre “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta”.

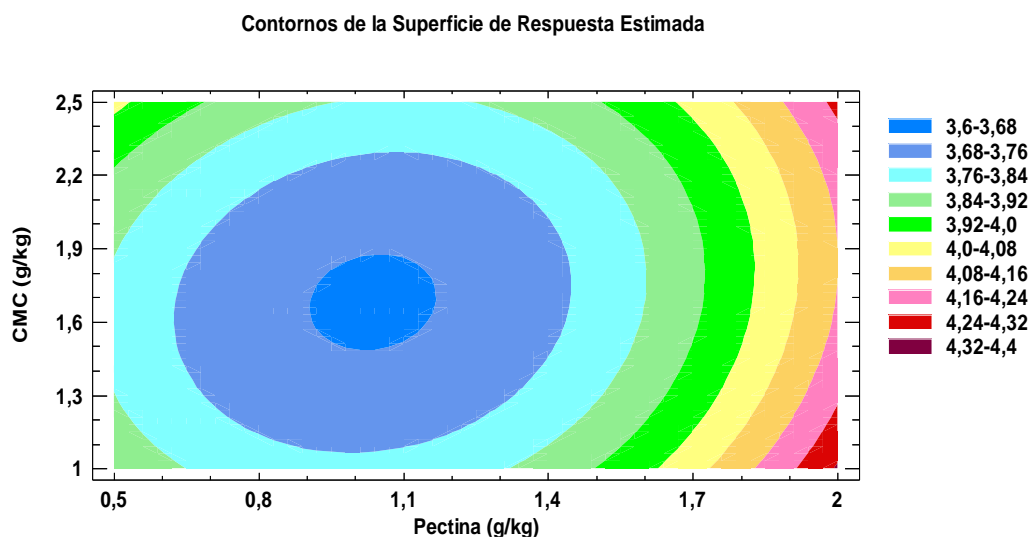


Figura 12. Curvas de superficie de respuesta para la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada de sancayo
Fuente: elaboración propia (2017)

5.2.2 Olor

Del análisis de los efectos del modelo de regresión cuadrático, según la prueba de Pareto (Figura 13) se verifica que, sobre la aceptabilidad del olor de la mermelada, ningún efecto resultó significativo (p valor $>0,05$). Es decir que ningún coeficiente del modelo elegido presenta influencia importante a considerar para explicar o cambiar el olor de la mermelada.

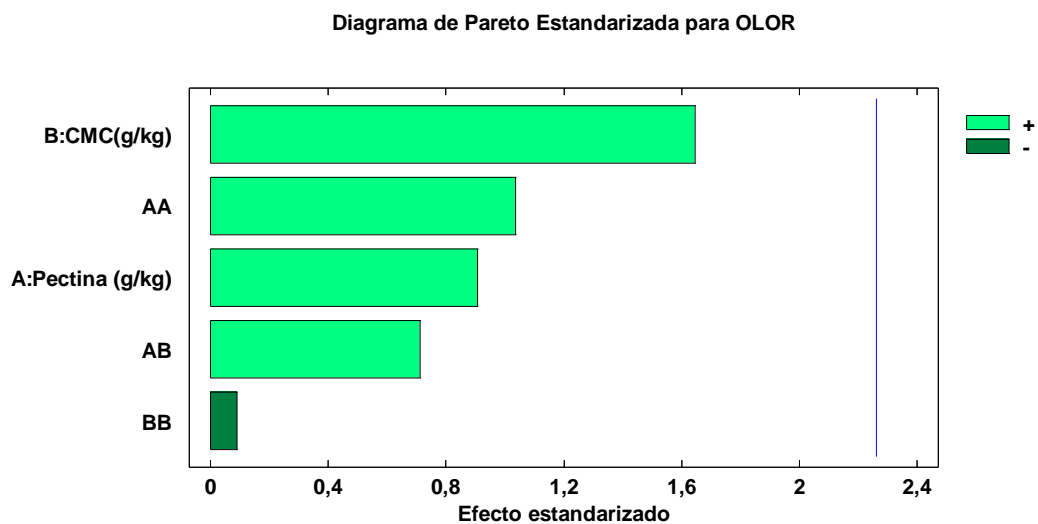


Figura 13. Diagrama de Pareto para la aceptabilidad del olor de la mermelada de sancayo

Fuente: elaboración propia (2017)

Asimismo, el análisis de varianza del modelo elegido (Anexo 4) que explica la variabilidad de la aceptabilidad del olor de la mermelada, resultó no significativo pues obtuvo un p -valor de 0,414; valor muy superior al nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Además obtuvo un valor de coeficiente de determinación múltiple muy alejado al 100 %, pues apenas el 31,23 % de

la variación observada de la aceptabilidad del olor de las muestras de mermelada de sancayo es explicada por el modelo cuadrático propuesto, con lo cual se afirma que la calidad del ajuste no es satisfactoria, y que por ello, la relación entre las X y la Y no necesariamente siguen un comportamiento según el modelo, comportamiento que en una superficie de respuesta se puede visualizar las probables tendencias de las variables pectina y CMC sobre el olor de la mermelada. En la Figura 14 de diagrama de curvas de nivel del modelo; muestra la variación de la aceptabilidad del olor en función de las variables independientes pectina y CMC, observándose que la variación estimada en función a la percepción de los catadores esta entre 3,84 a 4,16, valores que indican que la aceptabilidad en apariencia esta entre “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta”.

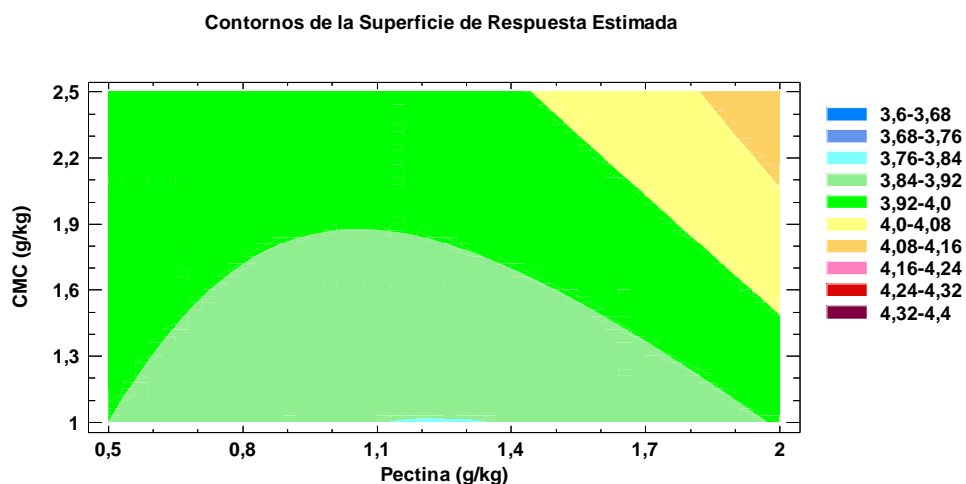


Figura 14. Curvas de superficie de respuesta para la aceptabilidad del olor de la mermelada de sancayo

Fuente: elaboración propia (2017)

5.2.3 Sabor

Del análisis de los efectos del modelo cuadrático completo y según la prueba de Pareto (Figura 15) se verifica que, sobre la aceptabilidad del sabor de la mermelada, prácticamente ningún efecto resultó significativo (p valor $> 0,05$) es decir que tanto la pectina como el CMC no influyen de manera importante la respuesta en el sabor de la mermelada.

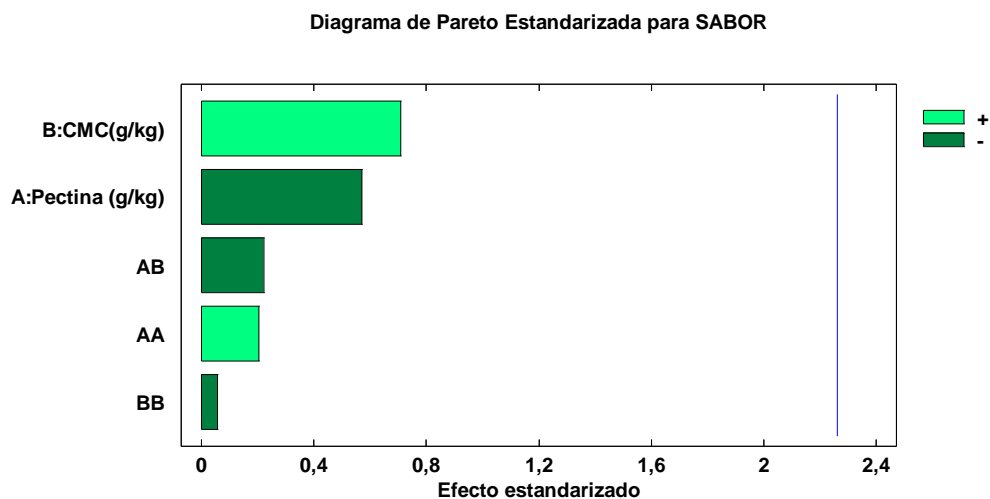


Figura 15. Diagrama de Pareto para la aceptabilidad del sabor de la mermelada de sancayo

Fuente: elaboración propia (2017)

Además, el análisis de varianza del modelo cuadrático elegido (Anexo 5) que explica la variabilidad de la aceptabilidad del sabor de la mermelada, resultó no significativo pues obtuvo un p -valor de 0,951; valor que es muy superior al nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Además obtuvo un valor de coeficiente de determinación múltiple muy alejado al 100 %, pues apenas el 8,08 % de la variación observada de la aceptabilidad del sabor es

explicada por el modelo cuadrático propuesto, por lo cual se puede afirmar que la calidad del ajuste no es satisfactorio, y que por ello, la relación entre las X y Y no necesariamente siguen un comportamiento de modelo cuadrático, comportamiento que en una superficie de respuesta se puede visualizar el comportamiento de las variables pectina (g/kg) y CMC (g/kg) sobre la acidez de la mermelada. En la Figura 16, se muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo; muestra la variación de la aceptabilidad del sabor en función de las variables independientes pectina y CMC, observándose que la variación estimada en función a la percepción de los catadores está entre 3,7 y 4,15, valores que indican que la aceptabilidad en el sabor está entre “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta”.

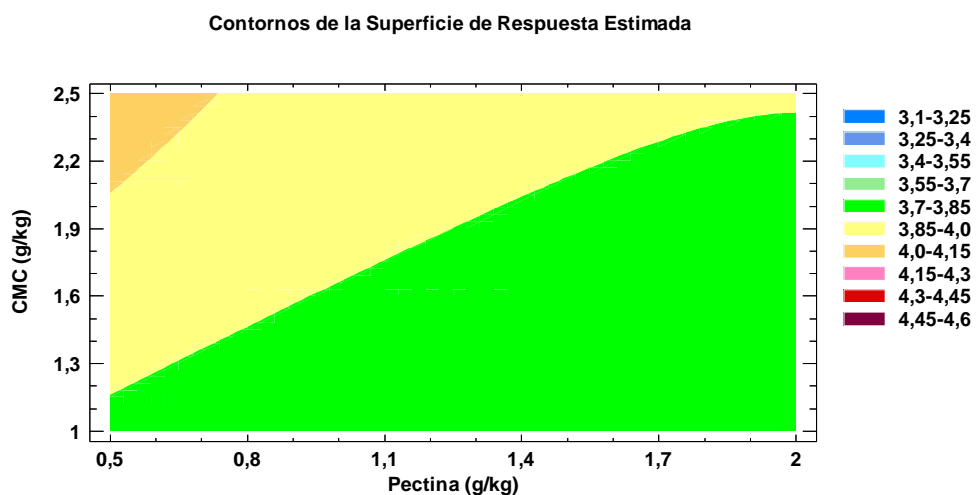


Figura 16. Curvas de superficie de respuesta para la aceptabilidad del sabor de la mermelada de sancayo
Fuente: elaboración propia (2017)

5.2.4 Consistencia

Del análisis de los efectos del modelo cuadrático completo y según la prueba de Pareto (Figura 17) se verifica que, sobre la percepción de la intensidad de la consistencia de la mermelada, resultó significativo (p valor $< 0,05$) el efecto lineal de la pectina, mas no así el efecto de la presencia del CMC ya sea en su forma lineal, cuadrática o de interacción.

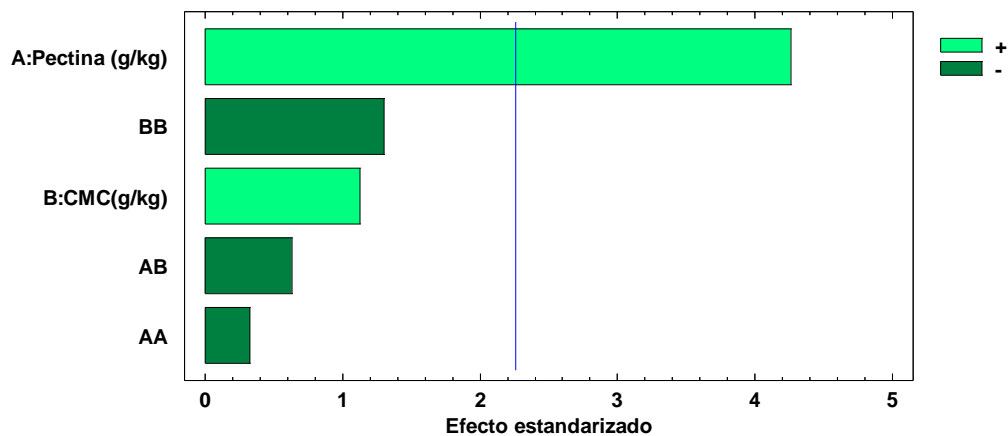


Figura 17. Diagrama de Pareto para la intensidad de la consistencia de la mermelada de sancayo
Fuente: elaboración propia (2017)

El análisis del modelo cuadrático propuesto para explicar la variabilidad de la aceptabilidad de la consistencia (Anexo 6) resultó significativo pues el p valor = 0,01 es un valor muy inferior al nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Además, se obtuvo un valor de coeficiente de determinación múltiple R^2 cercano al 100 % ya que el 67,76 % de la variación observada en la aceptabilidad de la consistencia de las muestras

de mermelada de sancayo, es explicada por el modelo cuadrático, lo cual nos dice que la calidad del ajuste es relativamente satisfactoria, y que la relación entre X y la Y puede ser descrita por una superficie de respuesta construida (Figura 18) para las variables pectina y CMC. En dicha figura se muestra la variación de la aceptabilidad de la consistencia en función de las variables independientes pectina y CMC, observándose que la variación estimada de la aceptabilidad de los catadores está entre 2,1 a 4,2, que indican que la consistencia está entre “me disgusta” y “me gusta”.

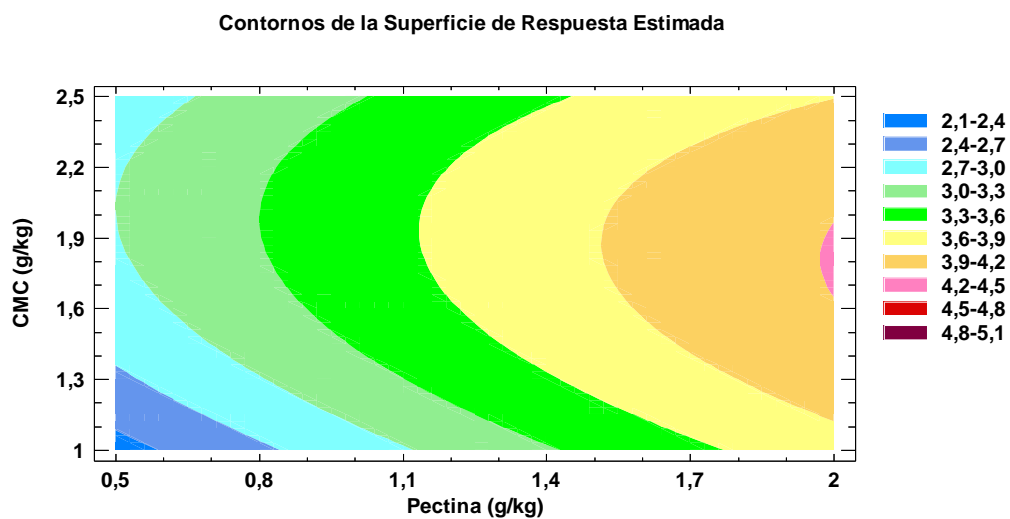


Figura 18. Curvas de superficie de respuesta para la aceptabilidad de la consistencia de la mermelada de sancayo
Fuente: elaboración propia (2017)

Considerando que es la única percepción que resultó con influencia significativa, por tanto, se consideró que la pectina es la que incide significativamente en el tipo de mermelada resultante.

5.3 Evaluación de las características fisicoquímicas

La Tabla 6 presentan los resultados obtenidos de las determinaciones del análisis fisicoquímico para los 18 tratamientos o muestras de mermelada de sancayo.

Tabla 6. Resultados del análisis fisicoquímico de la mermelada de sancayo

| Tratamiento | X1: Pectina (g/kg) | X2: CMC (g/kg) | Y5: Sólidos solubles (Bx) | Y6: Acidez (%) | Y7: pH |
|-------------|--------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|-----------|
| 1 | 0,5 | 1 | 63,5 | 1,75 | 3,32 |
| 2 | 0,5 | 2 | 63 | 1,68 | 3,17 |
| 3 | 0,5 | 2,5 | 66 | 1,82 | 3,2 |
| 4 | 1,5 | 1 | 69 | 1,76 | 3,23 |
| 5 | 1,5 | 2 | 68 | 2,4 | 3,18 |
| 6 | 1,5 | 2,5 | 69,5 | 1,9 | 3,31 |
| 7 | 2 | 1 | 62 | 2,4 | 3,3 |
| 8 | 2 | 2 | 67 | 3,23 | 3,13 |
| 9 | 2 | 2,5 | 65 | 2,21 | 3,13 |
| 10 (r) | 0,5 | 1 | 64,7 | 1,6 | 3,3 |
| 11 (r) | 0,5 | 2 | 62,8 | 1,74 | 3,19 |
| 12 (r) | 0,5 | 2,5 | 64,7 | 1,7 | 3,22 |
| 13 (r) | 1,5 | 1 | 68,3 | 1,79 | 3,18 |
| 14 (r) | 1,5 | 2 | 69,4 | 2,26 | 3,15 |
| 15 (r) | 1,5 | 2,5 | 69,9 | 1,96 | 3,28 |
| 16 (r) | 2 | 1 | 61,5 | 2,2 | 3,3 |
| 17 (r) | 2 | 2 | 66,8 | 3,05 | 3,1 |
| 18 (r) | 2 | 2,5 | 61,8 | 2,05 | 3,12 |

Fuente: elaboración propia (2017)

5.3.1 Sólidos solubles

Del análisis de efectos del modelo de regresión cuadrático completo, según el diagrama de Pareto (Figura 19), se verifica que, sobre los sólidos solubles de la mermelada, resultaron significativos (p valor $< 0,05$) el efecto cuadrático de la pectina, mas no el efecto de la presencia del CMC ya sea en su forma lineal, cuadrática o de interacción. Es decir que en la variabilidad de los grados Bx de la mermelada, es la pectina el factor más importante a tomar en cuenta.

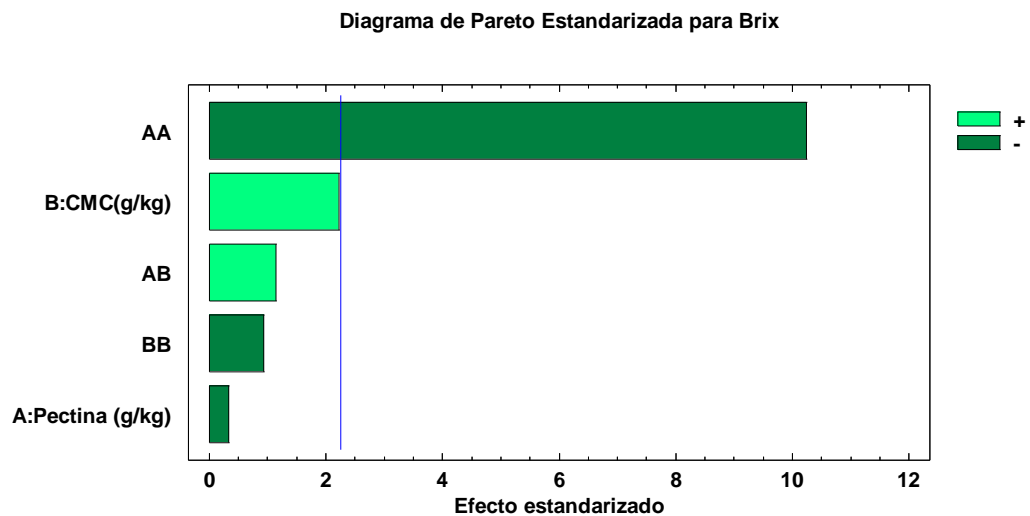


Figura 19. Diagrama de Pareto para los sólidos solubles de la mermelada de sancayo
Fuente: elaboración propia (2017)

Asimismo, el análisis de varianza (Anexo 7) del modelo de regresión cuadrático propuesto para explicar la variabilidad de los sólidos solubles, resultó significativo con un p -valor = 0,002; valor muy inferior al error permitido o nivel de significancia $\alpha = 0,05$. Además, con el coeficiente de

determinación múltiple R^2 se afirma que el 75,2 % de la variación observada en los sólidos solubles de la mermelada de sancayo es explicada para el modelo propuesto, indicando que la calidad del ajuste es satisfactoria, por ello, la relación entre las “X” y la “Y” puede ser descrita por una superficie de respuesta para visualizar el comportamiento de las variables pectina (g/kg) y CMC (g/kg) sobre los sólidos solubles de la mermelada. En la Figura 20 se observa que se tiene una región (rojo vino) de más de 70 °bx cuando la concentración CMC es superior a 1,8 g/kg de fruta, la menor estimación de los sólidos solubles corresponde a valores por debajo de 61 °bx en mermeladas bajo condiciones bajas de concentración de CMC y niveles extremos (altos y bajos) de concentración de pectina. Es decir que, en la mermelada, fue más soluble el CMC que la pectina.

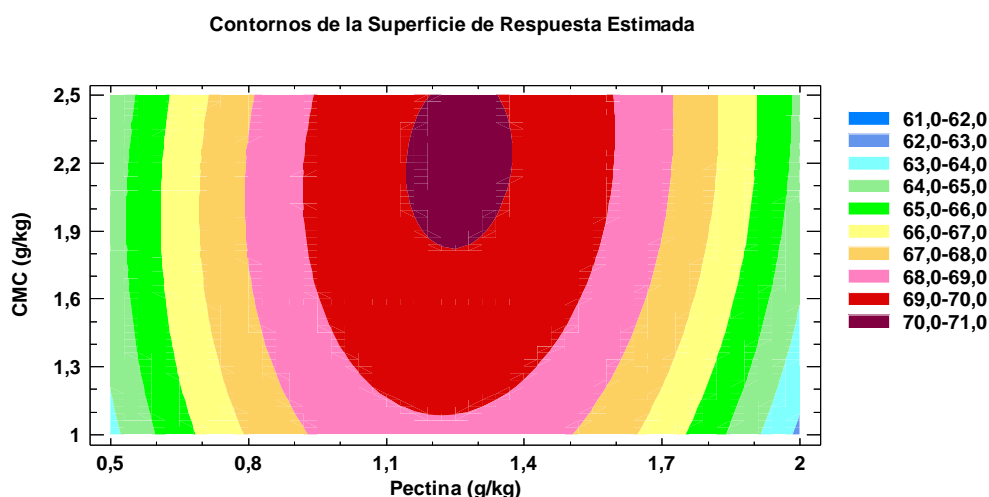


Figura 20. Curvas de superficie de respuesta para los sólidos solubles de la mermelada de sancayo
Fuente: elaboración propia (2017)

5.3.2 Acidez

Del análisis del diagrama de Pareto (Figura 21) se verifica que, sobre la acidez titulable de la mermelada resultaron significativos (p valor $< 0,05$) el efecto cuadrático del CMC y la pectina, así como el efecto lineal de la pectina mas no el efecto lineal del CMC ni su interacción. Es decir que, es la pectina el factor más influyente a tomar en cuenta en la variabilidad de la acidez de la mermelada.

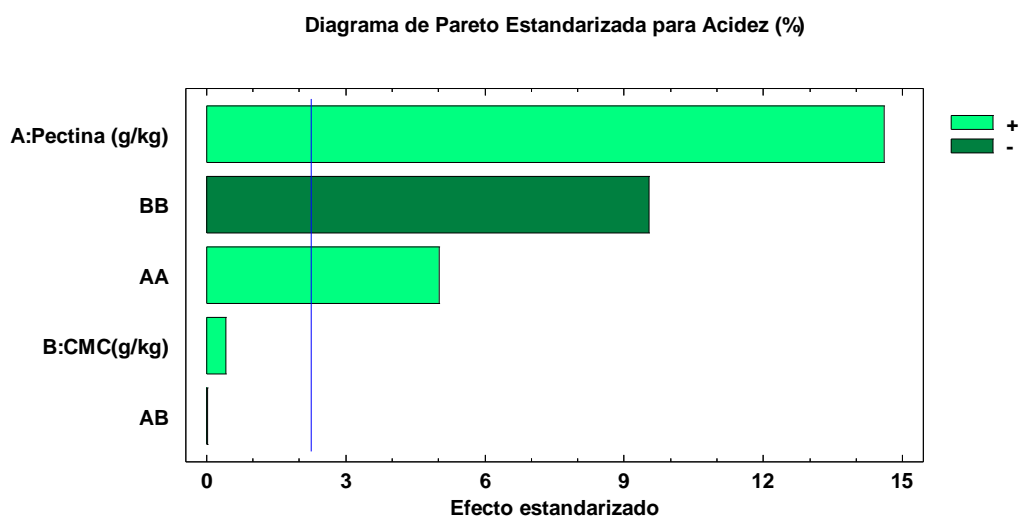


Figura 21. Diagrama de Pareto para la acidez de la mermelada de sancayo
Fuente: elaboración propia (2017)

Asimismo, el análisis de varianza del modelo de regresión cuadrático propuesto (Anexo 8) que explica la variabilidad de la acidez, resultó significativo pues el p -valor = 0,001; muy inferior al nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Además, obtuvo un coeficiente de determinación múltiple R^2 de 79,96 % valor cercano al 100 %; este resultado permite afirmar que cerca

del 80 % de la variación observada de la acidez de la mermelada de sancayo es explicada por el modelo cuadrático propuesto, lo que afirma que la calidad del ajuste es satisfactoria, y la relación entre las X y la Y puede ser descrita adecuadamente por una superficie de respuesta. En la Figura 22 de curvas de superficie de respuesta se puede observar que existe una región de más de 2,76 % de acidez cuando la concentración de CMC está entre 1,4 a 2 g/kg de pulpa de fruta y a máxima concentración de pectina (2 g/kg de pulpa de sancayo). Mientras con concentraciones de pectina menores a 1,5 g/kg y niveles extremos (altos y bajos) de concentración de CMC, resulta valores de acidez por debajo de 1,5 %. Es decir, el mayor aporte en el incremento de la acidez final de la mermelada fue por efecto del incremento de la concentración de la pectina.

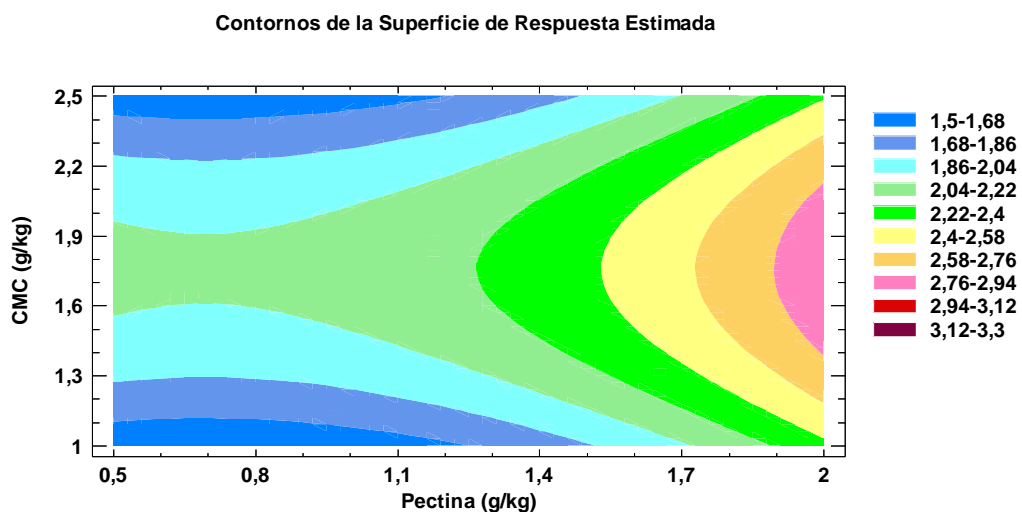


Figura 22. Curvas de superficie de respuesta para la acidez de la mermelada de sancayo

Fuente: elaboración propia (2017)

5.3.3 pH

Del análisis de efectos con la prueba de Pareto (Figura 23) se comprueba que, sobre el pH de la mermelada, resultaron significativos (p valor $< 0,05$) todos los efectos excepto el de interacción pectina-CMC.

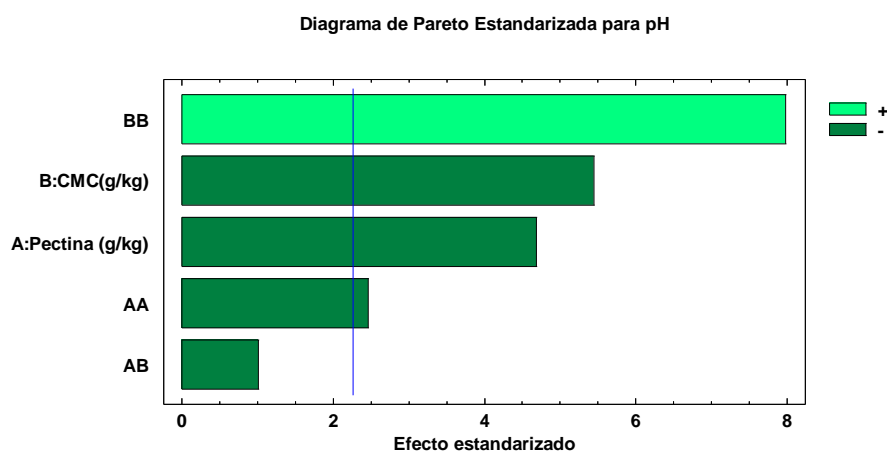


Figura 23. Diagrama de Pareto para el pH de la mermelada de sancayo
Fuente: elaboración propia (2017)

Sin embargo, el análisis de varianza del modelo de regresión cuadrático que explica la variabilidad del pH (Anexo 9) resultó no significativo pues obtuvo un p -valor = 0,051; valor superior al nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ pero inferior al nivel de significancia de $\alpha = 0,1$. Asimismo el valor del coeficiente de determinación múltiple R^2 , indica que el 56,18 % de la variación observada del pH de las muestras de mermelada de sancayo son explicadas por el modelo cuadrático propuesto, por lo cual se puede afirmar que la calidad del ajuste no es del todo satisfactorio, y que por ello, la relación entre las X y Y no es del todo descrita adecuadamente

por la superficie de respuesta que visualiza el comportamiento de las variables pectina (g/kg) y CMC (g/kg) sobre el pH de la mermelada. En la figura 24 de curvas de superficie de respuesta se observa similitudes por efecto de la concentración de la acidez, aunque la variación no es tan marcada, tal es así que se tiene una región de menor valor de pH igual a 3,1 cuando la concentración CMC está entre 1,4 a 2,3 g/kg de pulpa de fruta, pero con máxima concentración de pectina que fue establecida en 2 g/kg de pulpa de sancayo. Asimismo, los mayores valores estimados de pH corresponden a más de 3,3 n % es en mermeladas con concentraciones de pectina menores a 1,6 g/kg y niveles extremos (altos y bajos) de concentración de CMC. Es decir, la mayor variación del pH de la mermelada se ha producido por influencia de la presencia del CMC.

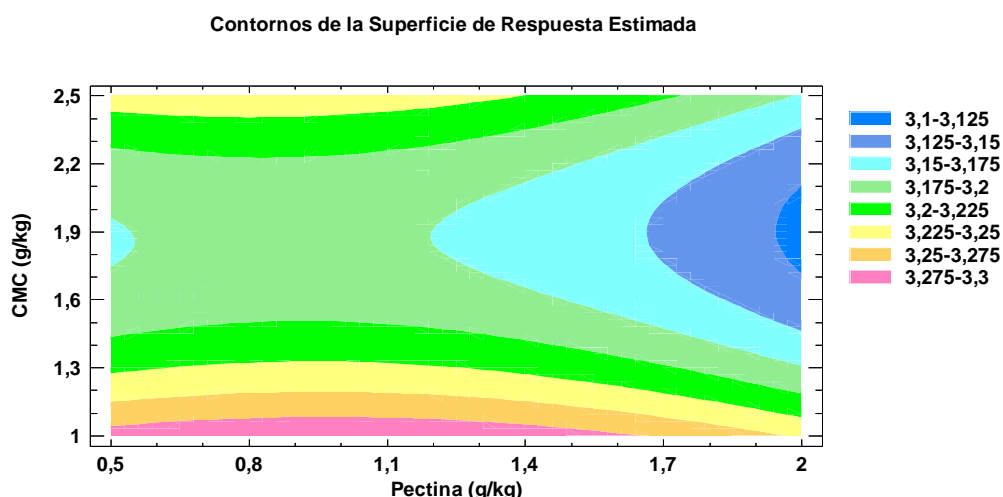


Figura 24. Curvas de superficie de respuesta para el pH de la mermelada de sancayo

Fuente: elaboración propia (2017)

5.3.4 Viscosidad

La Tabla 7 presentan los resultados obtenidos de las determinaciones de la viscosidad para 9 tratamientos de mermelada de sancayo.

Tabla 7. Resultados del análisis de viscosidad de la mermelada de sancayo

| Tratamiento | X1: Pectina (g/kg) | X2: CMC (g/kg) | Y4: Viscosidad (cP) |
|-------------|--------------------|----------------|---------------------|
| 1 | 0,5 | 1 | 1000 |
| 2 | 0,5 | 2 | 1350 |
| 3 | 0,5 | 2,5 | 2450 |
| 4 | 1,5 | 1 | 3000 |
| 5 | 1,5 | 2 | 3900 |
| 6 | 1,5 | 2,5 | 4000 |
| 7 | 2 | 1 | 22750 |
| 8 | 2 | 2 | 25250 |
| 9 | 2 | 2,5 | 30500 |

Fuente: elaboración propia (2017)

Del análisis de los efectos del modelo cuadrático completo según la prueba de Pareto (Figura 25), se verifica que, sobre la viscosidad de la mermelada, resultaron significativos (p valor $< 0,05$) el efecto lineal y cuadrático de la pectina, mas no así el efecto de la presencia del CMC ya sea en su forma lineal, cuadrática o de interacción.

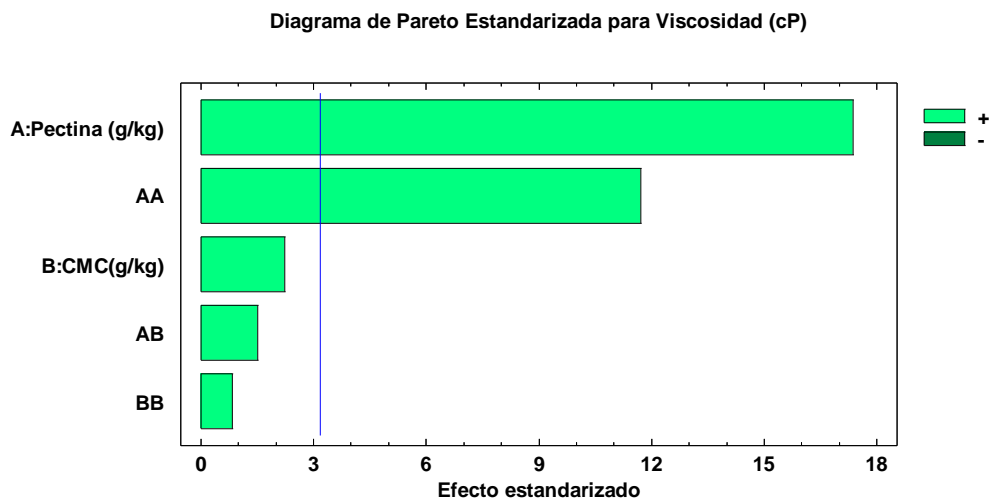


Figura 25. Diagrama de Pareto para la viscosidad de la mermelada de sancayo
 Fuente: elaboración propia (2017)

Asimismo, el análisis de varianza (Anexo 10) del modelo cuadrático de regresión propuesto para explicar la variabilidad de la viscosidad de la mermelada, resultó significativo pues obtuvo un p-valor = 0,002; valor muy inferior el nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Además se obtuvo un valor de coeficiente de determinación múltiple muy cercano al 100 % que permiten afirmar que cerca del 99,24 % de la variación observada de la viscosidad de mermelada de sancayo es explicada por el modelo propuesto, lo que confirma que la calidad del ajuste es bastante satisfactorio, y por ello la relación entre las X y Y puede ser descrita con la superficie de respuesta

para visualizar el comportamiento de las variables pectina (g/kg) y CMC (g/kg) sobre la viscosidad de la mermelada.

En la figura 26 de superficie de respuesta se observa una región de altos valores de viscosidad de 30 000 cP cuando la mermelada presenta el máximo nivel de pectina que es de 2 g/kg, sin embargo, dosis por debajo de 1,4 g/kg prácticamente resultan mermeladas con viscosidades muy bajas, por tanto, el factor de mayor influencia en la viscosidad de la mermelada fue la pectina, el CMC prácticamente no ha mostrado mayores efectos.

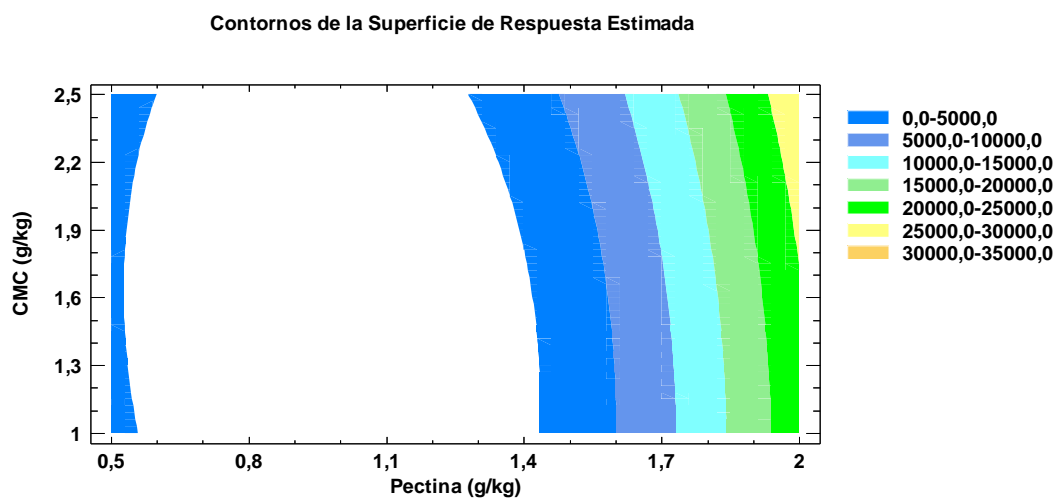


Figura 26. Curvas de superficie de respuesta para la viscosidad de la mermelada de sancayo
Fuente: elaboración propia (2017)

5.3.5 Determinación del tratamiento óptimo

Para la optimización del proceso de elaboración de la mermelada de sancayo, se tomaron las siguientes restricciones:

- Variables de entrada: mantener en el rango de estudio a las variables independientes pectina y CMC.
- Variables respuestas: Buscar la combinación de color, olor, sabor, consistencia óptima, pero manteniendo en rango a las características fisicoquímicas.

Considerando lo señalado por los autores Granato y Ares (2014) como asimismo Gutiérrez y De la Vara (2008) quienes recomiendan considerar como óptima a aquella combinación con deseabilidad mayor a 0,7 se puede considerar adecuada los resultados obtenidos puesto superen dicho valor de deseabilidad (deserability).

Aplicando la metodología de la función de optimización múltiple mediante el software estadístico Statgraphics XVI en la Tabla 8 se muestran los resultados de la optimización que satisfacen los criterios establecidos.

La Figura 27 muestra las curvas de nivel del efecto combinado de las variables pectina y cmc para la solución óptima.

Tabla 8. Solución óptima según función de deseabilidad (Deserability) para la mermelada de sancayo

| Factor | Bajo | Alto | Óptimos |
|---------------------------------|-------------|-------------|----------------|
| Variables independientes | | | |
| Pectina (g/kg) | 0,5 | 2,0 | 1,68967 |
| CMC(g/kg) | 1,0 | 2,5 | 1,53851 |
| Variables dependientes | | | |
| Respuestas optimizadas | | | Óptimos |
| Apariencia | | | 3,91 |
| Olor | | | 3,94 |
| Sabor | | | 3,79 |
| Consistencia | | | 3,96 |
| Respuestas de predicción | | | |
| Sólidos solubles (Bx) | | | 67,92 |
| Acidez (%) | | | 2,5 |
| pH | | | 3,17 |
| Viscosidad (cP) | | | 8878,40 |
| Valor óptimo (Deserability) | | | 0,89472 |

Fuente: Elaboración propia (2018) con software statgraphics XVI

Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada

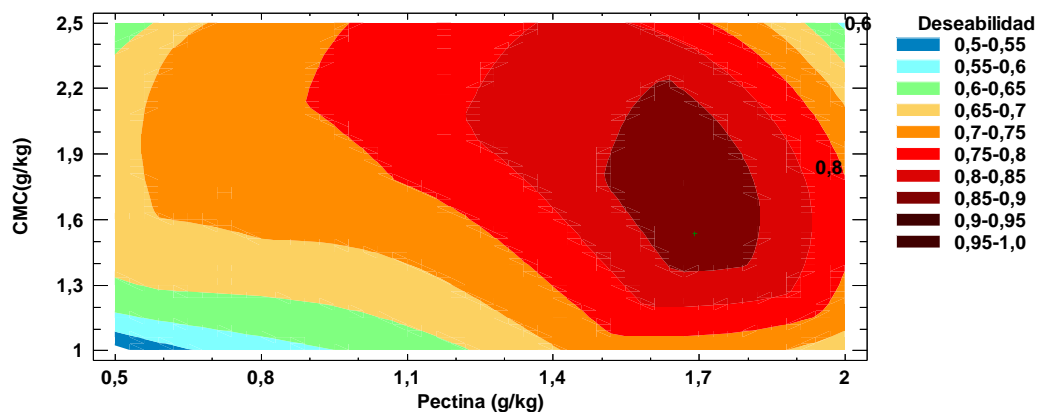


Figura 27. Curvas de nivel para la combinación óptima de la mermelada de sancayo

Fuente: Elaboración propia (2018) con software statgraphics XVI

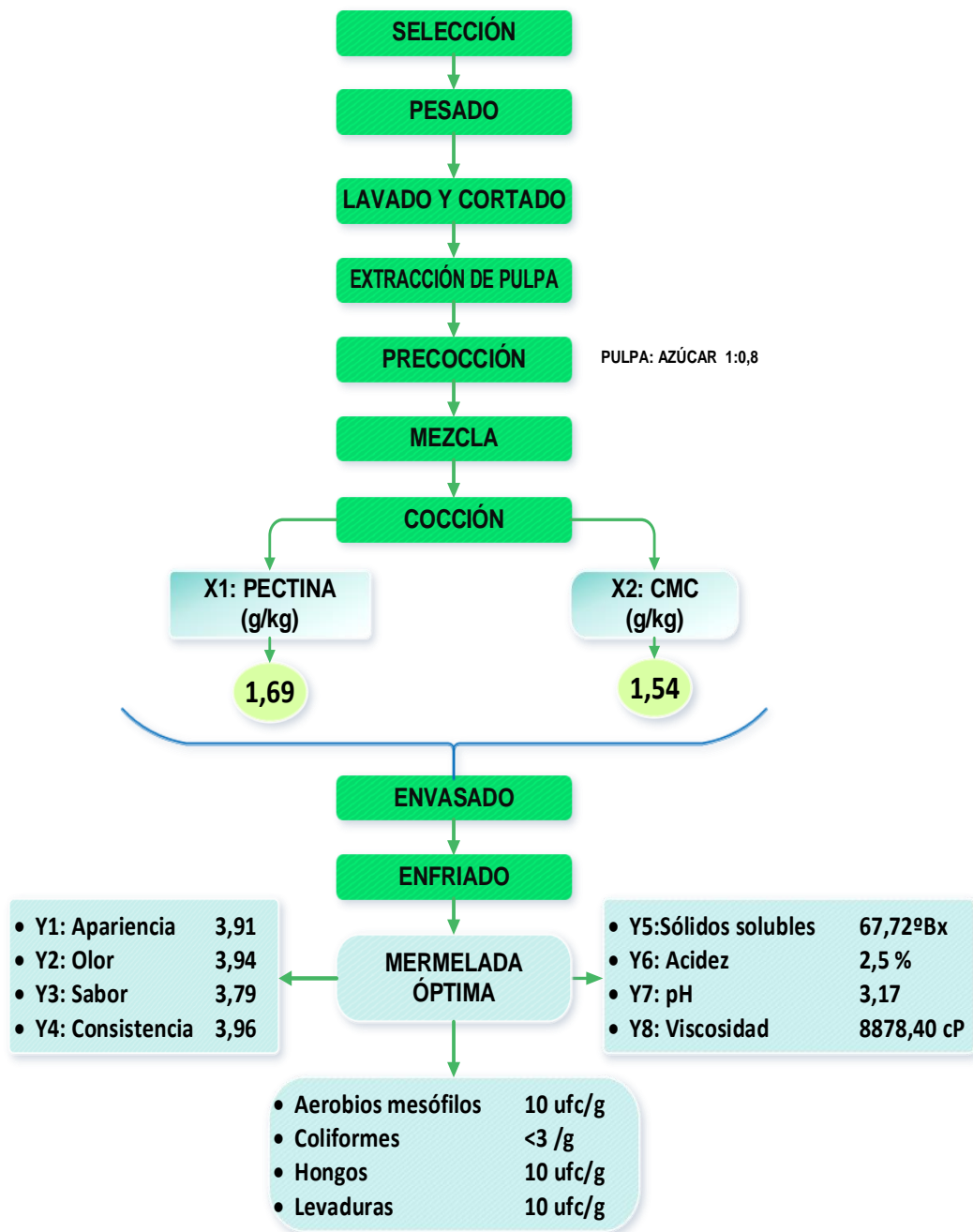


Figura 28. Procedimiento experimental definitivo para la elaboración de la mermelada de sancayo
Fuente: Elaboración propia (2018)

5.4 Discusión de resultados

5.4.1 Aceptabilidad sensorial

Vera (2012) en su investigación titulada "Elaboración de mermelada light de durazno", en los parámetros de apariencia, sabor, olor, y aceptación general no se observaron diferencias significativas (p valor $> 0,05$). El hecho que la muestra de mermelada realizada con una mezcla de edulcorantes hace que su sabor se asemeje más a la mermelada de durazno tradicional, todo esto debido al efecto sinérgico que se genera en la mezcla de algunos edulcorantes. Dichos resultados coinciden con la no significancia ($p > 0,05$) de la apariencia, olor y sabor de la mermelada de sancayo, en el rango establecido para la investigación de la pectina y CMC; la consistencia si resultó significativa por el efecto de la pectina en la percepción de los panelistas.

Gutiérrez (2011) al evaluar el efecto de la proporción de pulpa de aguaymanto/berenjena y porcentaje de pectina en la consistencia y sabor de la mermelada obtenida a partir del aguaymanto y berenjena utilizando el método de superficie de respuesta; permitió obtener los modelos que definen el comportamiento de las variables independientes de proporción aguaymanto/berenjena y porcentaje de pectina respecto a las variables dependientes para las respuestas consistencia y sabor. Los modelos fueron

altamente significativos con un ($p < 0,05$) tanto la proporción y el porcentaje de pectina por presentar un coeficiente de determinación R^2 altos, siendo posible construir las superficies de respuesta. Las condiciones más adecuadas obtuvieron valores de 7,5 para el sabor y de 5,5 de consistencia para la mermelada de aguaymanto y berenjena. Mientras que para la mermelada de sancayo, los modelos de regresión para el sabor resultó no significativo estableciendo una región de máxima aceptabilidad a más de 2 g/kg de CMC con menos de 0,7 g/kg de pectina, mientras que el modelo que relaciona los gelificantes con la consistencia resultó significativa, donde a más de 1,95 g/kg de pectina y entre 1,7 a 2,0 g/kg de CMC se alcanza aceptabilidad en consistencia entre 3 a 4 punto en la escala hedónica de 5 puntos categorizando a la mermelada de sancayo entre “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta”.

Gliemmo et al., (2007) y Tournier et al., (2009) afirman que, como norma general, la adición de agentes texturizantes produce un descenso de la intensidad del dulzor, además se ha observado que la naturaleza del hidrocoloide afecta la liberación de sacarosa y de aspartame, por ende, la percepción del gusto dulce. Dicho comportamiento quedó claramente establecido en la evaluación del sabor donde su aceptabilidad quedó disminuida a medida que se incrementaba las dosis de pectina.

Además, Costell et al., (2000) afirma que cuanto mayor sea la dureza de un gel, menor es la percepción del sabor durante la masticación, comportamiento que en el caso de la mermelada de sancayo se observó que con 2 g/kg de pectina la aceptabilidad del sabor es menor 3,7 mientras que a 0,5 g/kg su aceptabilidad puede llegar a 4,5. Aunque Bayarri et al., (2003) indica en algunos sistemas gelificados con diferentes hidrocoloides, la dependencia de la dureza con la percepción del sabor no queda clara, porque se perciben diferencias de dulzor entre diferentes geles hidrocoloidales con dureza similar. Es decir que la respuesta sensorial también depende de la naturaleza del agente gelificante, caso particular para mermelada de sancayo fue el comportamiento del CMC donde la mayor aceptabilidad del sabor es contraria a la pectina, pues a mayor concentración de la misma 2,5 g/kg la aceptabilidad es mayor que a 1g/kg.

5.4.2 Características fisicoquímicas

En la mayoría de las muestras de mermelada de sancayo, los niveles de sólidos solubles alcanzaron el rango mínimo exigido por la norma técnica peruana NTP 203.047 (Anexo 11) que es de 65 °Bx, demostrándose además que en la formación del gel de la mermelada fue más soluble la pectina que la CMC. Además, el mayor aporte en el incremento de la acidez final de la mermelada fue por efecto del incremento de la concentración de

la pectina, considerando que para la elaboración de los tratamientos de mermelada en ningún caso se añadió ácidos como el cítrico. Sin embargo, la mayor variación del pH de la mermelada se ha producido por efecto de la presencia de la pectina y la CMC, es decir que de alguna manera se amortiguó la acidez de la mermelada. Sobre la viscosidad de la mermelada el factor de mayor efecto fue la pectina, el CMC prácticamente no mostró mayores efectos, probablemente porque los pH de las muestras eran inferiores a 4 que según ACOFARMA (2015) es el mínimo valor de pH en la cual el CMC puede formar geles estables. Asimismo, Navarrete (2009) indica que la acción de la pectina en la formación del gel ocurrirá cerca de un pH de 3,2 tal como efectivamente resultaron en las muestras de mermelada de sancayo, mientras que, a valores menores de este, la resistencia del gel disminuye lentamente y a valores mayores de 3,5 no es permitida la formación del gel en el rango usual de sólidos solubles. Además condiciones muy ácidas como la pulpa de sancayo resultan en una estructura flexible del gel, o podrían incluso destruir la estructura por acción de la hidrólisis de la pectina, tal como ocurrió en muestras de mermelada de sancayo donde con concentraciones bajas de pectina la estimación de la viscosidad del gel prácticamente fue muy baja, es decir sin consistencia sino más bien fluida, debido a que como indica el mismo autor, la baja acidez da fibras débiles incapaces de soportar el líquido y el gel se rompe.

5.4.3 Producto óptimo

Según Barrantes (2009) en mermeladas sin pectina determinó que formulaciones que no contenían CMC presentan diferencias significativas con respecto a la mermelada con azúcar en la medición de la sinéresis siendo mayor la cantidad exudada en estos tratamientos; es decir, la CMC ayuda a disminuir la sinéresis en mermeladas sin azúcar y sin pectina. Este comportamiento explicaría el comportamiento de la mermelada de sancayo pues con más de 1,7 g/kg de pectina, el gel presenta una aceptabilidad en consistencia que depende que el CMC está entre 4,2 a 4,5 g/kg, porque así se consigue la percepción a mermelada que más gusta a los panelistas.

Según la norma codex STAN 296-2009 para mermeladas y jaleas, define la mermelada de agrios como un producto preparado con una o una mezcla de frutas cítricas y preparado con: fruta(s) entera(s) o en trozos, que pueden tener toda o parte de la cáscara eliminada, pulpa(s), puré(s), zumo(s) (jugos) y extractos acuosos y cáscara con o sin la adición de agua. Definición que caracteriza adecuadamente a la mermelada de sancayo, pues se elaboró con una sola fruta a base únicamente de su pulpa y sin adición de agua. con un rendimiento del 65,17 % (Anexo 12). Además, la calidad microbiológica (Anexo 13) del producto óptimo resultó inocuo según la norma sanitaria MINSA/DIGESA (1998).

CONCLUSIONES

1. Sobre la aceptabilidad sensorial de la mermelada de sancayo, se determinó que existe influencia significativa (p valor $< 0,05$) sobre la consistencia; especialmente por efecto de la pectina, pero no se encontró influencia importante (p valor $> 0,05$) sobre la apariencia, olor y sabor de la mermelada. Aunque la mayor preferencia del sabor de la mermelada es con menor concentración de pectina y máxima de CMC.
2. Sobre las características fisicoquímicas de la mermelada de sancayo, se determinó que existe influencia significativa (p valor $< 0,05$) sobre la acidez, pH y viscosidad; especialmente por efecto de la pectina, pero no se encontró efecto importante sobre los sólidos solubles.
3. Las condiciones óptimas para elaborar la mermelada de sancayo son pectina 1,69 g/kg; CMC 1,54 g/kg que una mermelada con aceptabilidad de la apariencia de 3,91 olor 3,94; sabor 3,79; textura 3,96 en la escala hedónica de 5 puntos; con características fisicoquímicas de sólidos solubles 67,92 °Bx; acidez 2,5 %; pH 3,17; viscosidad 8878,40 cP (8,88 Pa.s).

RECOMENDACIONES

1. Evaluar la influencia de los gelificantes en la variabilidad de los grados brix de la mermelada de sancayo.
2. Evaluar la vida útil del producto final bajo condiciones de temperatura de almacenamiento y a diferentes envases.
3. Optimizar el proceso de elaboración de la mermelada en las regiones donde la aceptabilidad sensorial de los diferentes atributos sean las máximas posibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOFARMA (2015). Fichas de información técnica. Carboximetil celulosa sódica. España.
- Amézquita R. (2007). Estudio de Factibilidad para la Instalación de una Planta de Mermeladas en la Ciudad de Quetzaltenango. Quetzaltenango. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
- Aragón G. (1980). Cactáceas de Arequipa. Tesis de bachiller en Ciencias Biológicas U.N.S.A. de Arequipa. Ed. Los Pinos Lima, Perú.
- ATPP (2008) Aplicaciones técnicas y procesos productivos, Tablas de viscosidad. Barcelona – España.
- Badui, S. (2006). Química de los alimentos. 4ta Edición. Editorial Pearson Educación. México.
- Barboza L. y Barboza G. (1993). Review: Rheological properties of food gums and food gum mixture. Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos 33(2): 133-163.
- Barona M. (2007). Mermeladas - manejo de sólidos y fluidos. Tecnología en alimentos. Universidad del Valle. Colombia.

- Bayarri, S., Duran, L. y Costell, E. (2003). Compression resistance, sweetener's diffusion and sweetness of hydrocolloids gels. *International Dairy Journal* 13: 643-653.
- Brako L., Zarucchi J., (1993). Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. *MissouriBot. Gard.*
- Cáceres F., García A., Ponce E., Andrader R., (2000) El Sancayo, *Corryocactus brevistylus*. *Britton y Rose*. *Revista Quepo*. Vol.14:37-42. Impresiones Cimagraf. Lima-Perú.
- Cáceres F. y Poma I. (2016). Características, distribución y uso de sancayo (*Brevistylus corryocactus*) en la región de Arequipa (Perú Sur). Área de Botánica. Escuela de Biología. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa. Perú.
- Cámara de Comercio de Bogotá CCB (2015). Manual Mermelada. Núcleo Ambiental S.A.S. Bogotá-Colombia.
- Castañeda, B., Manrique, R., Gamarra, F., Muñoz, A., Ramos, F., & Lizaraso, F. (2008). *Acta médica peruana. Probiótico elaborado en base a las semillas de Lupinus mutabilis sweet (chocho o tarwi)*. Lima, Perú.
- Coronado M. & Hilario R. (2001). Elaboración de mermeladas procesamiento de alimentos para pequeñas y micro empresas

- agroindustriales. Ed. Centro de Investigación, Educación y Desarrollo, CIED. Lima-Perú.
- Costell, E., Duran, L. y Peryrolón, M. (2000). Influence of texture and type of hydrocolloid on perception of basic tastes in carrageenan and gellan gels. *Food Science Technology International* 6(6):495-499.
- Chávez, E. (1985). Estudio Técnico (*Psidium guajava* L.) en almíbar y dulce de guayaba o guayabada". Universidad Nacional de la Amazonia. Iquitos, Perú.
- Díaz Z. (2016). Formulación óptima del néctar de sanky (*Corryocactus brevistylus*) endulzado con extracto de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni)". Universidad Nacional del Callao. Lima-Perú.
- Gaceta Molinera (2016) Portal de la universidad Agraria la Molina, Cactácea andina de alto valor antioxidante –Lima, Perú.
- Gállinger, M. (1998). Análisis sensorial y descriptivo: ¿Para qué sirve? *La Alimentación Latinoamericana* 223: 33-35.
- Gerlat P. (2000). Beverage Stabilizers. *Food Product Design Magazine*. North America. En: <https://www.foodingredientsonline.com/doc/beverage-stabilizers-0001>
- González-Cruz L. (2005). Elaboración de jaleas y mermeladas de cinco especies de tuna Instituto Tecnológico Superior del Oriente del Estado de Hidalgo (ITESA). México.

- Gutiérrez C. (2011). Efecto de la proporción de pulpa de aguaymanto/berenjena y porcentaje de pectina en la consistencia y sabor de la mermelada obtenida a partir del aguaymanto (*Physalis peruviana*) y berenjena (*Solanum melangena*) utilizando el método de superficie de respuesta. Tesis Trujillo, Perú.
- Gutiérrez H. y De la Vara R. (2008). Análisis y diseño de experimentos. 2da Ed. Mc Graw Hill. México.
- KRUSS Optronic (2013). Refractómetro, Medición Brix en la industria de bebidas y zumos. GmbH Alsterdorfer Strasse 276-278 22297 Hamburgo, Alemania.
- López, R., Ramírez, A., Lucía, M. y Fariñas, G. (2000). Evaluación fisicoquímica y microbiológica de tres mermeladas comerciales de guayaba (*Psidium guajava* L) Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
- Mauseth D.J., Kiesling R., Ostolaza C, (2002) *ACactus Odyssey*. Timber Press, Portland, Oregon.
- McDermott, B. (1990). Identifying Consumers and Consumers Test Subjects. Food Technology 44(11):154-158.
- Medina J., Moreno R. (2005). Pathophysiological basis for antioxidant therapy in chronic liver disease. Drugs.65(17):244561.

- MINSA/DIGESA (1998). Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Decreto Supremo N° 007-98-SA. Lima, Perú.
- Navarrete O. (2009). Mermeladas de frutas y cítricos. Biblioteca virtual del proceso productivo agroindustrial y pesquero. Ica-Perú.
- Nolazco D., Guevara A. (2008). Estudio de las principales características fisicoquímicas y comportamiento del Sanqui (*Corryocactus brevistylus subsp. puquiensis* (Rauh & Backeberg) Ostolaza) en almacenamiento. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Ostolaza C, (1980). Las cactáceas y el medio ambiente. Bol. Lima-Perú.
- Pérez. E. (2007) Viscosidad, consistencia y textura en los alimentos. Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela.
- Restrepo, M. (2009). Sinergia entre edulcorantes no calóricos y el ácido fumárico. Revista Lasallista de Investigación 1(2):46-52.
- Ruiz, A. (2007). Aplicación de Hidrocoloides en Queso Procesado Untable. Tesis Lic. en Ciencia de los Alimentos. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

- Sasaki Y. (2006) "Does oxidative stress participate in the development of hepatocellular carcinoma 48." *Journal of Gastroenterology*; 41 (12):1135-
- Soria G., Aguilar C. Y Llancari O., A. (2006) "Sanky: Cactácea andina de alto valor antioxidante". *Gaceta Molinera Universidad Nacional Agraria La Molina*. Lima, Perú.
- Supo, J. (2012). *Seminarios de investigación*. Arequipa-Perú.
- Thakur, b., Singh, R. & Handa, A. 1997. Chemistry and uses of pectina review. *Critical Review Food Science and Nutrition* 37(1):47-73.
- Tournier, C., Sulmont-Rossé, C., Sémon, E., Vignon, A., Issanchou, S. y Guichard, E. (2009). A study on texture, taste, aroma interactions: physico-chemical and cognitive mechanisms. *International Dairy Journal* 19(8):450-458.
- Vanegas L. (2012). X semana alimentaria "Salud, nutrición e Innovación" innovación en la industria de alimentos. *Innovación y Desarrollo - Tecnas S.A.* Cucuta-Colombia.
- Vargas R.; Pisfil E. (2008). Estudio químico bromatológico y elaboración de néctar de *Mespilus germánica* L (níspero de palo) procedente de la provincia de Vilcashuamán. Ayacucho-Perú.
- Vera M. (2012). *Elaboración de mermelada light de durazno*. Universidad De Chile. Santiago de Chile. Chile.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia para la investigación de la mermelada de sancayo

| Problema principal | Objetivo general: | Hipótesis general | Metodología |
|--|--|---|--|
| ¿Cuál es la influencia de la adición de gelificantes sobre la aceptabilidad sensorial y características fisicoquímicas de una mermelada elaborada a base de sancayo (<i>Corryocactus brevistylus</i>)? | Determinar la influencia de la adición de gelificantes sobre la aceptabilidad sensorial y características fisicoquímicas de una mermelada elaborada a base de sancayo (<i>Corryocactus brevistylus</i>). | La adición de gelificantes influye significativamente sobre la aceptabilidad sensorial y características fisicoquímicas de una mermelada elaborada a base de sancayo (<i>Corryocactus brevistylus</i>). | Tipo de investigación: experimental Tipo de diseño: Factorial 3x3 |
| Problemas específicos | Objetivos específicos: | Hipótesis específicas | Variables |
| ¿Cuál será la influencia de la adición de gelificantes (pectina y CMC) sobre la aceptabilidad sensorial de la mermelada de sancayo? | Determinar la influencia de la adición de gelificantes (pectina y CMC) sobre la aceptabilidad sensorial de una mermelada de sancayo. | La adición de gelificantes (pectina y CMC) influye significativamente sobre la aceptabilidad sensorial de una mermelada de sancayo. | Independiente: Gelificantes Dependientes: Aceptabilidad sensorial Características fisicoquímicas |
| ¿Cuál será la influencia de la adición de gelificantes (pectina y CMC) sobre las características fisicoquímicas de la mermelada de sancayo? | Determinar la influencia de la adición de gelificantes (pectina y CMC) sobre las características fisicoquímicas de una mermelada de sancayo. | La adición de gelificantes (pectina y CMC) influye significativamente sobre las características fisicoquímicas de una mermelada de sancayo. | Muestra en estudio: Mermelada |
| ¿Cuál será las condiciones óptimas de gelificantes (pectina y CMC) para elaborar la mermelada de sancayo? | Establecer las condiciones óptimas de gelificantes (pectina y CMC) para elaborar la mermelada de sancayo. | Es factible elaborar la mermelada de sancayo optimizando las concentraciones de gelificantes (pectina y CMC). | |

Fuente: elaboración propia (2018)

Anexo 2. Ficha de cata

PRUEBA HEDÓNICA

Nombre: Fecha:

Instrucciones:

Frente a usted hay muestras codificadas, pruebe y marque con una X sobre el recuadro que mejor refleja su preferencia según la escala adjunta.

| Puntaje | Nivel de agrado |
|----------------|----------------------------|
| 5 | Me gusta mucho |
| 4 | Me gusta |
| 3 | Ni me gusta ni me disgusta |
| 2 | Me disgusta |
| 1 | Me disgusta mucho |

Fuente: Castañeda (2008)

Atributo: _____

| Nivel de agrado | Tratamientos | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | 732 | 333 | 885 | 972 | 622 | 706 | 787 | 874 | 972 | 905 | 573 | 961 | 722 | 409 | 717 | 897 | 649 | 613 | |
| Me gusta mucho | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me gusta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ni me gusta ni me disgusta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Me disgusta mucho | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Comentarios:

Muchas gracias.

Anexo 3. Análisis estadístico para la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo | 0,56512 | 5 | 0,113024 | 0,93 | 0,496 |
| A:Pectina (g/kg) | 0,324846 | 1 | 0,324846 | 8,92 | 0,0153 |
| B:CMC(g/kg) | 0,00187537 | 1 | 0,00187537 | 0,05 | 0,8256 |
| AA | 0,273144 | 1 | 0,273144 | 7,5 | 0,0229 |
| AB | 0,018186 | 1 | 0,018186 | 0,5 | 0,4977 |
| BB | 0,0555429 | 1 | 0,0555429 | 1,52 | 0,2481 |
| Falta de ajuste | 1,13188 | 3 | 0,377294 | 10,36 | 0,0028 |
| Error puro | 0,3278 | 9 | 0,0364222 | | |
| Total (corr.) | 2,0248 | 17 | | | |

R-cuadrada = 27,9099 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0,0 porciento

Error estándar del est. = 0,190846

Error absoluto medio = 0,234904

Estadístico Durbin-Watson = 1,8649 (P=0,3333)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,0409388

Y5: Apariencia = 4,78 - 0,966 X1 - 0,72 X2 + 0,532 X1*X1 + 0,240 X2*X2 - 0,082 X1*X2

Anexo 4. Análisis estadístico para la aceptabilidad del olor de la mermelada

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo | 0,113297 | 5 | 0,022659 | 1,09 | 0,414 |
| A:Pectina (g/kg) | 0,0168632 | 1 | 0,0168632 | 0,82 | 0,3882 |
| B:CMC(g/kg) | 0,0555829 | 1 | 0,0555829 | 2,71 | 0,1341 |
| AA | 0,022019 | 1 | 0,022019 | 1,07 | 0,3272 |
| AB | 0,0103749 | 1 | 0,0103749 | 0,51 | 0,495 |
| BB | 0,00017143 | 1 | 0,00017143 | 0,01 | 0,9292 |
| Falta de ajuste | 0,0648807 | 3 | 0,0216269 | 1,05 | 0,4152 |
| Error puro | 0,1846 | 9 | 0,0205111 | | |
| Total (corr.) | 0,362778 | 17 | | | |

R-cuadrada = 31,2304 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 2,57645 por ciento

Error estándar del est. = 0,143217

Error absoluto medio = 0,0942243

Estadístico Durbin-Watson = 1,76555 (P=0,2690)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,0785541

$$Y6: \text{Olor} = 4,021 - 0,435 X_1 + 0,061 X_2 + 0,151 X_1^2 - 0,013 X_2^2 + 0,0617 X_1 * X_2$$

Anexo 5. Análisis estadístico para la aceptabilidad del sabor de la mermelada

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo | 0,18587 | 5 | 0,037174 | 0,21 | 0,951 |
| A:Pectina (g/kg) | 0,0587388 | 1 | 0,0587388 | 0,33 | 0,582 |
| B:CMC(g/kg) | 0,090878 | 1 | 0,090878 | 0,5 | 0,4955 |
| AA | 0,00761905 | 1 | 0,00761905 | 0,04 | 0,8416 |
| AB | 0,00904833 | 1 | 0,00904833 | 0,05 | 0,8277 |
| BB | 0,00062976 | 1 | 0,00062976 | 0 | 0,9541 |
| Falta de ajuste | 0,492174 | 3 | 0,164058 | 0,91 | 0,4735 |
| Error puro | 1,62125 | 9 | 0,180139 | | |
| Total (corr.) | 2,29929 | 17 | | | |

R-cuadrada = 8,08381 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 0,0 por ciento

Error estándar del est. = 0,424428

Error absoluto medio = 0,3072

Estadístico Durbin-Watson = 2,51308 (P=0,7833)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,399805

$$Y7: \text{Sabor} = 3,68 - 0,22 X_1 + 0,28 X_2 + 0,089 X_1^2 - 0,026 X_2^2 - 0,058 X_1 * X_2$$

Anexo 6. Análisis estadístico para la intensidad de la consistencia de la mermelada

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo | 5,9683 | 5 | 1,19366 | 5,05 | 0,01 |
| A:Pectina (g/kg) | 4,72776 | 1 | 4,72776 | 18,17 | 0,0021 |
| B:CMC(g/kg) | 0,329893 | 1 | 0,329893 | 1,27 | 0,2893 |
| AA | 0,0282333 | 1 | 0,0282333 | 0,11 | 0,7494 |
| AB | 0,104164 | 1 | 0,104164 | 0,4 | 0,5426 |
| BB | 0,441525 | 1 | 0,441525 | 1,7 | 0,225 |
| Falta de ajuste | 0,496903 | 3 | 0,165634 | 0,64 | 0,6101 |
| Error puro | 2,3416 | 9 | 0,260178 | | |
| Total (corr.) | 8,8068 | 17 | | | |

R-cuadrada = 67,7692 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 54,3397 por ciento

Error estándar del est. = 0,510076

Error absoluto medio = 0,303425

Estadístico Durbin-Watson = 2,14021 (P=0,5314)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,151517

$$Y8: \text{Consistencia} = -0,53 + 1,61 X_1 + 2,84 X_2 - 0,171 X_1^2 - 0,677 X_2^2 - 0,196 X_1 * X_2$$

Anexo 7. Análisis estadístico para los sólidos solubles de la mermelada

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo | 106,243 | 5 | 21,2485 | 7,28 | 0,002 |
| A:Pectina (g/kg) | 0,0979803 | 1 | 0,0979803 | 0,11 | 0,7498 |
| B:CMC(g/kg) | 4,49382 | 1 | 4,49382 | 4,96 | 0,053 |
| AA | 95,1471 | 1 | 95,1471 | 105,01 | 0,00 |
| AB | 1,17921 | 1 | 1,17921 | 1,3 | 0,2834 |
| BB | 0,800476 | 1 | 0,800476 | 0,88 | 0,3718 |
| Falta de ajuste | 26,8675 | 3 | 8,95582 | 9,88 | 0,0033 |
| Error puro | 8,155 | 9 | 0,906111 | | |
| Total (corr.) | 141,265 | 17 | | | |

R-cuadrada = 75,208 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 64,878 porciento

Error estándar del est. = 0,951899

Error absoluto medio = 1,10131

Estadístico Durbin-Watson = 2,63653 (P=0,8477)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,442393

$$Y1: \text{sólidos solubles (Bx)} = 51,79 + 23,56 X_1 + 3,19 X_2 - 9,93 X_1^2 - 0,91 X_2^2 + 0,66 X_1 * X_2$$

Anexo 8. Análisis estadístico para la acidez de la mermelada

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|------------------|-------------------|----|----------------|---------|--------------|
| Modelo | 2,87297 | 5 | 0,57459 | 9,58 | 0,001 |
| A:Pectina (g/kg) | 1,92776 | 1 | 1,92776 | 213,4 | 0,00 |
| B:CMC(g/kg) | 0,00162682 | 1 | 0,00162682 | 0,18 | 0,6813 |
| AA | 0,226305 | 1 | 0,226305 | 25,05 | 0,0007 |
| AB | 4,0816E-06 | 1 | 4,0816E-06 | 0 | 0,9835 |
| BB | 0,820119 | 1 | 0,820119 | 90,79 | 0,00 |
| Falta de ajuste | 0,638529 | 3 | 0,212843 | 23,56 | 0,0001 |
| Error puro | 0,0813 | 9 | 0,00903333 | | |
| Total (corr.) | 3,5928 | 17 | | | |

R-cuadrada = 79,9647 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 71,6166 por ciento

Error estándar del est. = 0,0950438

Error absoluto medio = 0,165397

Estadístico Durbin-Watson = 2,95691 (P=0,9556)

Autocorrelación residual de Lag 1 = -0,582337

$$Y_2: \text{Acidez (\%)} = -0,561 - 0,670 X_1 + 3,245 X_2 + 0,484 X_1^2 - 0,922 X_2^2 - 0,001 X_1 * X_2$$

3^k

Anexo 9. Análisis estadístico para el pH de la mermelada

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo | 0,051835 | 5 | 0,010367 | 3,08 | 0,051 |
| A:Pectina (g/kg) | 0,00793769 | 1 | 0,00793769 | 21,98 | 0,0011 |
| B:CMC(g/kg) | 0,0106925 | 1 | 0,0106925 | 29,61 | 0,0004 |
| AA | 0,00220119 | 1 | 0,00220119 | 6,1 | 0,0356 |
| AB | 0,00036837 | 1 | 0,00036837 | 1,02 | 0,3389 |
| BB | 0,0230012 | 1 | 0,0230012 | 63,7 | 0 |
| Falta de ajuste | 0,037165 | 3 | 0,0123883 | 34,31 | 0 |
| Error puro | 0,00325 | 9 | 0,00036111 | | |
| Total (corr.) | 0,09225 | 17 | | | |

R-cuadrada = 56,1897 porciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 37,9355 porciento

Error estándar del est. = 0,0190029

Error absoluto medio = 0,0387944

Estadístico Durbin-Watson = 1,27181 (P=0,0573)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,314191

$$Y3: \text{pH} = 3,662 + 0,105 X_1 - 0,566 X_2 - 0,0478 X_1^2 + 0,1544 X_2^2 - 0,0116 X_1 * X_2$$

Anexo 10. Análisis estadístico para la viscosidad de la mermelada

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Modelo | 1,14E+09 | 5 | 2,28E+08 | 78,9 | 0,002 |
| A:Pectina (g/kg) | 8,70E+08 | 1 | 8,70E+08 | 301,15 | 0,0004 |
| B:CMC(g/kg) | 1,44E+07 | 1 | 1,44E+07 | 4,98 | 0,1118 |
| AA | 3,97E+08 | 1 | 3,97E+08 | 137,35 | 0,0013 |
| AB | 6,63E+06 | 1 | 6,63E+06 | 2,29 | 0,227 |
| BB | 1,99E+06 | 1 | 1,99E+06 | 0,69 | 0,4671 |
| Error total | 8,67E+06 | 3 | 2,89E+06 | | |
| Total (corr.) | 1,15E+09 | 8 | | | |

R-cuadrada = 99,2453 por ciento

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 97,9874 por ciento

Error estándar del est. = 1699,78

Error absoluto medio = 847,487

Estadístico Durbin-Watson = 1,64079 (P=0,0877)

Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,0298114

$$\text{Viscosidad (cP)} = 28761,9 - 59390,9 \cdot X_1 - 7792,86 \cdot X_2 + 28688,9 \cdot X_1^2 + 2033,33 \cdot X_2^2 + 2207,14 \cdot X_1 X_2$$

Anexo 11. Norma técnica peruana de la mermelada

| | |
|--------------------------|--|
| NORMA TÉCNICA PERUANA | NTP 203.047 1991 (revisada el 2017) |
|--------------------------|--|

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

MERMELADA DE FRUTAS. Requisitos

FRUIT JAN. Requirements

2017-03-15
1ª Edición

R.D. N° 007-2017-INACAL/DN. Publicada el 2017-03-29
I.C.S.: 67.080.10
Descriptores: Mermelada, fruta

Precio basado en 12 páginas
ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

© INACAL 2017

MERMELADA DE FRUTAS. Requisitos

1 NORMAS A CONSULTAR

| | |
|--------------------------|---|
| NTP 203.101 ¹ | PRODUCTOS ELABORADOS A PARTIR DE FRUTAS Y VEGETALES. Toma de muestras |
| NTP 209.038 ² | ALIMENTOS ENVASADOS. Etiquetado |
| NMP 001 ³ | PRODUCTOS ENVASADOS. Rotulado |

2 OBJETO

2.1 La presente Norma Técnica Peruana define las características y establece los requisitos que deben presentar las mermeladas de frutas envasadas, en el momento de su expedición o venta.

2.2 Esta Norma es también aplicable a las mermeladas obtenidas a partir de otras materias primas vegetales.

3 DEFINICIONES

3.1 **mermelada de frutas:** Es el producto de consistencia pastosa, o gelatinosa, obtenida por la cocción y concentración de frutas sanas, limpias y adecuadamente

¹ La NTP 203.101 fue dejada sin efecto. La versión vigente a la fecha es la NTP 203.101:1982 (revisada el 2012)

² La NTP 209.038 fue dejada sin efecto. La versión vigente a la fecha es la NTP 209.038:2009 (revisada el 2014).

³ La NMP 001 fue dejada sin efecto. La versión vigente a la fecha es la NMP 001:2014

preparadas, adicionadas de edulcorantes naturales y aditivos permitidos, con o sin adición de agua.

3.2 **consistencia buena:** Es la que presenta una mermelada en la cual la fruta entera, los trozos, tiras o partículas finas de la misma, están dispersos uniformemente en todo el producto. Cuando la fruta está entera o en trozos grandes, el producto puede presentar una ligera tendencia a fluir y una consistencia un poco menos viscosa.

3.3 **consistencia aceptablemente buena:** Es la que presenta una mermelada en la cual la fruta entera, los trozos, tiras o partículas finas de la misma, se encuentran distribuidos en forma razonablemente uniforme en todo el producto, y que éste puede ser firme pero no duro, o puede presentarse viscoso sin llegar a ser líquido.

3.4 **color bueno:** Es el que presenta una mermelada de color brillante prácticamente uniforme a través de todo el producto y característico de la variedad o variedades de frutas empleadas en la preparación y libre de oscurecimiento debido a elaboración defectuosa.

3.5 **color aceptablemente bueno:** Es el que presenta una mermelada con color brillante prácticamente uniforme a través de todo el producto y característico de la variedad o variedades de frutas empleadas. El producto podrá presentar un ligero oscurecimiento, pero no presentará un color extraño debido a oxidación, elaboración defectuosa, enfriamiento inadecuado u otras causas.

3.6 **sabor y aroma buenos:** Es el sabor y aroma distintivo y característico de la variedad o variedades de frutas utilizadas como materia prima y que está libre de cualquier sabor y aroma extraño.

3.7 **sabor y aroma aceptablemente buenos:** Es el sabor y aroma característico de la fruta o frutas utilizadas como materia prima; puede poseer un ligero sabor caramelizado, pero carecerá de cualquier sabor y aroma extraños.

3.8 **defectos:** Son aquellas partes de la fruta que ordinariamente se eliminan de la misma para la elaboración del producto. También comprende otras materias vegetales ajenas a la fruta, e incluyen los siguientes:

TABLA 4

| | |
|--|-----------|
| Sólidos solubles, % min | 65 |
| pH | 3,0 - 3,8 |
| Contaminantes, mg/kg (ppm) máx. | |
| Arsénico | 1 |
| Plomo | 1 |
| Cobre | 5 |
| Estaño | 250 |

6.3 **Observación microscópica:** Ausencia de parásitos y/o sus restos, huevos y quistes.

6.4 **Requisitos microbiológicos**

| | n | c | m | M |
|---|----------|----------|-----------------|-----------------|
| Numeración de microorganismos aerobios mesófilos, ufc/g | 5 | 2 | 10 ³ | 10 ⁴ |
| Levaduras osmófilas, ufc/g | 5 | 2 | 10 | 10 ² |
| Hongos osmófilos, ufc/g | 5 | 2 | 1 | 10 |

6.5 **Aditivos**

6.5.1 **Conservadores**

Dosis máxima

| | |
|---|----------------|
| Ácido benzoico o benzoato de sodio | 0,1 % |
| Acido sórbico o sorbato de sodio o de potasio | 0,125 % |
| Anhidrido sulfuroso libre | 40 mg/kg (ppm) |

6.5.2 Antioxidantes

Acido ascórbico 0,5 %

6.5.3 Sustancia amortiguadoras

Citrato de sodio | 0,2 % solos o
Tartrato de sodio y potasio | mezclados

7 INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN

Se aplicará la NTP 203.101.

8 MÉTODOS DE ENSAYO

Se aplicarán los métodos de ensayo que se indican en el Capítulo 1 así como las Normas Técnicas correspondientes.

9 ENVASE Y ROTULADO

9.1 Envase

9.1.1 Los envases para las mermeladas de frutas deberán ser de materiales que no reaccionan con el producto, no se disuelvan en él, alterando las características organolépticas o produciendo sustancias toxicas. Su uso deberá ser aprobado por la autoridad sanitaria competente.

9.1.2 Deberá cumplir con la Norma Metrológica correspondiente.

**NORMA DEL CODEX
PARA LAS CONFITURAS, JALEAS Y MERMELADAS
(CODEX STAN 296-2009)**

1 ÁMBITO DE APLICACIÓN

1.1 Esta Norma se aplica a las confituras, jaleas y mermeladas, según se definen en la Sección 2 *infra*, que están destinadas al consumo directo, inclusive para fines de hostelería o para reenvasado en caso necesario. Esta Norma no se aplica a:

- (a) los productos cuando se indique que están destinados a una elaboración ulterior, como aquellos destinados a la elaboración de productos de pastelería fina, pastelillos o galletitas; o
- (b) los productos que están claramente destinados o etiquetados para uso en alimentos para regímenes especiales; o
- (c) los productos reducidos en azúcar o con muy bajo contenido de azúcar;
- (d) productos donde los productos alimentarios que confieren un sabor dulce han sido reemplazados total o parcialmente por edulcorantes.

1.2 Los términos en inglés “*preserve*” o “*conserve*” se utilizan algunas veces para señalar a los productos regulados por esta Norma. Por ello y para efectos de esta Norma, de aquí en adelante los términos indicados anteriormente deberán cumplir con los requisitos establecidos en esta Norma para la confitura y la confitura “extra”.

2 DESCRIPCIÓN

2.1 DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

| Producto | Definición |
|--------------------------------------|---|
| Confitura¹ | Es el producto preparado con fruta(s) entera(s) o en trozos, pulpa y/o puré de fruta(s) concentrado y/o sin concentrar, mezclado con productos alimentarios que confieren un sabor dulce según se definen en la Sección 2.2, con o sin la adición de agua y elaborado hasta adquirir una consistencia adecuada. |
| Jalea | Es el producto preparado con el zumo (jugo) y/o extractos acuosos de una o más frutas, mezclado con productos alimentarios que confieren un sabor dulce según se definen en la Sección 2.2, con o sin la adición de agua y elaborado hasta adquirir una consistencia gelatinosa semisólida. |
| Mermelada de agrios | Es el producto preparado con una o una mezcla de frutas cítricas y elaborado hasta adquirir una consistencia adecuada. Puede ser preparado con uno o más de los siguientes ingredientes: fruta(s) entera(s) o en trozos, que pueden tener toda o parte de la cáscara eliminada, pulpa(s), puré(s), zumo(s) (jugo(s)), extractos acuosos y cáscara que están mezclados con productos alimentarios que confieren un sabor dulce según se definen en la Sección 2.2, con o sin la adición de agua. |
| Mermelada sin frutos cítricos | Es el producto preparado por cocimiento de fruta(s) entera(s), en trozos o machacadas mezcladas con productos alimentarios que confieren un sabor dulce según se definen en la Sección 2.2 hasta obtener un producto semi-líquido o espeso/viscoso. |
| Mermelada tipo jalea | Es el producto descrito en la definición de mermelada de agrios de la que se le han eliminado todos los sólidos insolubles pero que puede o no contener una pequeña proporción de cáscara finamente cortada. |

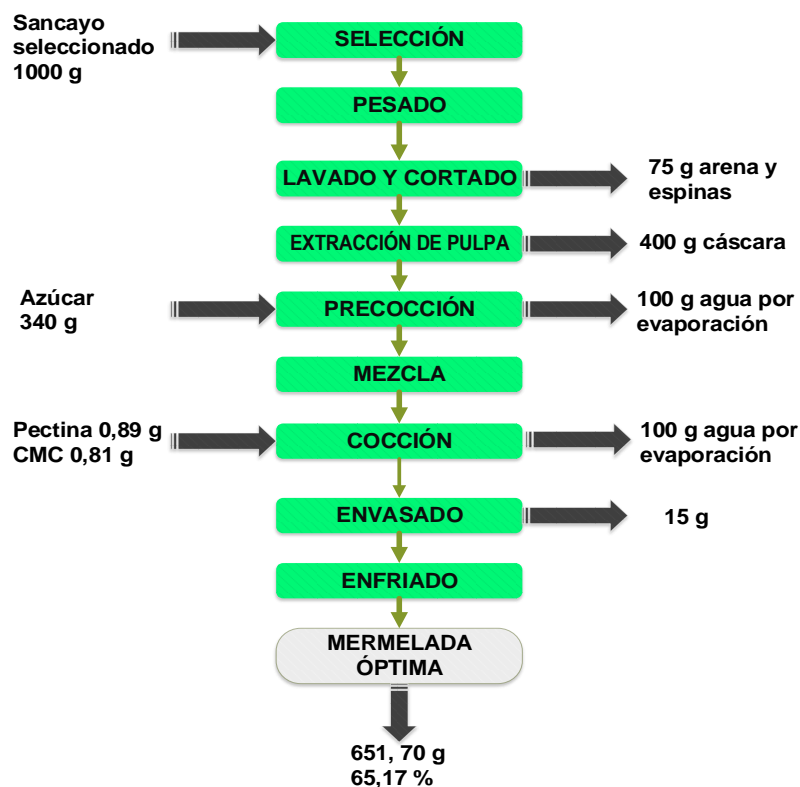
¹ La confitura de cítricos puede obtenerse a partir de la fruta entera cortada en rebanadas y/o en tiras delgadas.

Esta Norma reemplaza las normas individuales para la
mermelada de agrios (CODEX STAN 80-1981) y
las compotas (conservas de frutas) y jaleas (CODEX STAN 79-1981).

Anexo 12. Balance de masa de la mermelada optimizada

| | Ingresas (g) | Salidas (g) | Continua (g) |
|------------------------------|--------------|-------------|---------------|
| SELECCIÓN | 1000 | 0 | 1000 |
| PESADO | 1000 | 0 | 1000 |
| LAVADO Y CORTADO | 1000 | 75 | 925 |
| EXTRACCIÓN | 925 | 400 | 525 |
| PRECOCCIÓN (pulpa) | 525 | 100 | 425 |
| Azúcar 1:0,8 | 340 | 0 | 765 |
| MEZCLA | 765 | 0 | 765 |
| COCCIÓN | 765 | 100 | 665 |
| Pectina (1,69 g/kg de pulpa) | 0,89 | 0 | 0,89 |
| CMC (1,54 g/kg de pulpa) | 0,81 | 0 | 0,81 |
| ENVASADO | 666,70 | 15 | 651,70 |
| ENFRIADO | 651,70 | 0 | 651,70 |
| MERMELADA | 651,70 | 0 | 651,70 |
| RENDIMIENTO | | | 65,17% |

Fuente: Elaboración propia (2108)



Fuente: Elaboración propia (2108)

Anexo 13. Análisis microbiológico

| Muestras | RTBAMV | NMP de Coliformes | Numeración de hongos y levaduras |
|--|-----------|-------------------|---|
| 1 | 10 ufc/g | < 3/g | Hongos 20 ufc/g Levaduras 10 ufc/g |
| 2 | <10 ufc/g | < 3/g | Hongos <10 ufc/g Levaduras <10 ufc/g |
| 3 | <10 ufc/g | < 3/g | Hongos 50 ufc/g Levaduras 110 ufc/g |
| Óptimo | 10 ufc/g | < 3/g | Hongos 10 ufc/g Levaduras 10 ufc/g |
| Norma Sanitaria MINSA/DIGESA 1998 | 10^4 | 10^2 | Hongos 10^2 ufc/g Levaduras 10^2 ufc/g |

Fuente: Elaboración propia (2018)