

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES,  
FISICOQUÍMICAS Y REOLÓGICAS DE UNA MERMELADA  
ELABORADA A BASE DE ACEITUNA (*Olea europaea* L.)  
VARIEDAD SEVILLANA NEGRA PROCESADA

TESIS

Presentada por:

Bach. SHOLANNS CONDORI MOLINA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TACNA - PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias


EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES,  
FISICOQUÍMICAS Y REOLÓGICAS DE UNA MERMELADA  
ELABORADA A BASE DE ACEITUNA (*Olea europaea* L.)  
VARIEDAD SEVILLANA NEGRA PROCESADA

Tesis sustentada y aprobada el jueves 24 de mayo del 2018, estando  
conformado el jurado calificador por:

Presidente

:   
Dra. LILIANA DEL CARMEN LANCHIPA BERGAMINI

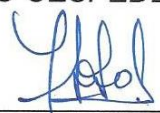
Secretario

:   
Mgr. LUIS ALBERTO MARÍN ALIAGA

Vocal

:   
MSc. ROLANDO CÉSPEDES ROSSEL

Asesor

:   
MSc. YOLANDA ESTHER SOSA GUTIERREZ

## DEDICATORIA

*A Mis padres y hermanas quiénes siempre me demuestran mucho amor a lo largo de mi vida y me enseñan a vencer cualquier obstáculo que se me presente en el camino; demostrándome que con perseverancia puedo alcanzar mis sueños y anhelos.*

## AGRADECIMIENTO

*A Dios por darme la vida y permitirme alcanzar las metas que me voy trazando a lo largo de la vida.*

*A todas aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron en el ámbito profesional y personal; con sus conocimientos, consejos y experiencias que me sirvieron de mucho para seguir adelante.*

*En especial a aquellos docentes de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias que supieron brindarme sus enseñanzas y contribuir positivamente con mi persona y formación profesional.*

## 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 .....	3
1.2.1 Problema general .....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3    Delimitación de la investigación .....	4
1.4    Justificación .....	4
1.5    Limitaciones .....	6
1.6    Objetivos .....	7
1.6.1 Objetivo general.....	7
1.6.2 Objetivos específicos.....	7
CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	8
2.1    Hipótesis general y específicas.....	8
2.1.1 Hipótesis general.....	8
2.1.2 Hipótesis específicas .....	8

2.2	Diagrama de variables .....	9
2.3	Indicadores de las variables.....	9
2.3.1	Variables independientes .....	9
2.3.2	Variables dependientes .....	10
2.4	Operacionalización de variables .....	10
CAPÍTULO III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....		11
3.1	Conceptos generales y definiciones .....	11
3.2	Enfoques teórico- técnicos.....	13
3.2.1	Mermelada.....	13
3.2.2	La aceituna negra procesada al natural.....	14
3.2.3	Propiedades nutricionales y funcionales de la aceituna .....	15
3.2.4	Azúcar .....	16
3.2.5	Espesantes.....	17
3.2.6	Acidez.....	18
3.2.7	El índice de peróxidos en los alimentos.....	18
3.2.8	Reología de alimentos .....	20
3.2.9	Comportamiento no newtoniano .....	20
3.2.10	Importancia de la reología en la investigación y en el procesamiento de alimentos .....	22
3.2.11	Defectos en la elaboración de mermeladas.....	23

3.3	Marco referencial .....	26
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		28
4.1	Tipo de investigación .....	28
4.2	Población y muestra .....	29
4.3	Materiales y métodos .....	31
4.3.1	Método experimental .....	31
4.3.2	Materiales y equipos.....	38
4.3.3	Métodos de análisis .....	40
4.3.4	Análisis de datos.....	41
CAPÍTULO V. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS.....		42
5.1	Resultados .....	42
5.1.1	Influencia sobre las características sensoriales de la mermelada .....	42
5.1.2	Influencia sobre las características fisicoquímicas de la mermelada .....	64
5.1.3	Influencia sobre las características reológicas de la mermelada .....	74
5.1.4	Determinación de tratamiento óptimo (optimización múltiple) .....	82
5.2	Discusión de resultados .....	87
5.2.1	Características sensoriales.....	87

5.2.2 Características fisicoquímicas .....	89
5.2.3 Características reológicas .....	90
CONCLUSIONES .....	91
RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXOS.....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de variables para el estudio de la mermelada de aceituna .....	9
Figura 2. Aceituna negra al natural .....	15
Figura 3. Aceitunas negras al natural en proceso de desalado .....	31
Figura 4. Aceitunas despepitadas.....	32
Figura 5. Pesado y pulpeado de la aceituna .....	32
Figura 6. Adición de la proporción de azúcar.....	33
Figura 7. Cocción de la mezcla de aceituna, azúcar, e ingredientes y control de los grados brix.....	34
Figura 8. Llenado y envasado de los tratamientos de mermelada.....	34
Figura 9. Tratamientos envasados.....	35
Figura 10. Análisis reológico y sensorial de los tratamientos.....	35
Figura 11. Muestra óptima de mermelada de aceituna y resultados microbiológicos.....	36
Figura 12. Diseño de tipo experimental para el estudio de la mermelada de aceituna negra procesada.....	37
Figura 13. Diagrama de Pareto para los efectos de la aceptabilidad del color de la mermelada.....	43

Figura 14. Curvas de nivel para la aceptabilidad del color de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,5% de ácido cítrico.....	45
Figura 15. Curvas de nivel para la aceptabilidad del color de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico. a un nivel constante de 0,20 % de pectina. ....	46
Figura 16. Diagrama de Pareto para los efectos de la aceptabilidad del olor de la mermelada.....	47
Figura 17. Curvas de nivel para la aceptabilidad del olor de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico. ....	50
Figura 18. Curvas de nivel para la aceptabilidad del olor de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico a un nivel constante de 0,20 % de pectina. ....	51
Figura 19. Diagrama de Pareto para los efectos de la aceptabilidad de la consistencia de la mermelada .....	52
Figura 20. Curvas de nivel para la aceptabilidad de la consistencia de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico.....	54

Figura 21. Curvas de nivel para la aceptabilidad de la consistencia de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico a un nivel constante de 0,20 % de pectina.....	55
Figura 22. Diagrama de Pareto para los efectos de la aceptabilidad del sabor de la mermelada.....	56
Figura 23. Curvas de nivel para la aceptabilidad del sabor de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico. ....	58
Figura 24. Curvas de nivel para la aceptabilidad del sabor de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico a un nivel constante de 0,20 % de pectina. ....	59
Figura 25. Diagrama de Pareto para los efectos de aceptabilidad de la apariencia de la mermelada .....	60
Figura 26. Curvas de nivel para la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico.....	62
Figura 27. Curvas de nivel para la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico a un nivel constante de 0,20 % de pectina.....	64
Figura 28. Diagrama de Pareto para los efectos del pH de la mermelada .....	66

Figura 29. Curvas de nivel para el pH de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico. ....	68
Figura 30. Curvas de nivel para el pH de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico a un nivel constante de 0,20 % de pectina.....	69
Figura 31. Diagrama de Pareto para los efectos del índice de peróxidos de la mermelada.....	70
Figura 32. Curvas de nivel para el índice de peróxidos de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico. ....	72
Figura 33. Curvas de nivel para el índice de peróxidos de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y acidez a un nivel constante de 0,20 % de pectina. ....	73
Figura 34. Diagrama de Pareto para los efectos de la viscosidad de la mermelada.....	75
Figura 35. Curvas de nivel para la viscosidad de la mermelada bajo efecto de la de pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico. ....	77

Figura 36. Curvas de nivel para la viscosidad de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico a un nivel constante de 0,20 % de pectina. ....	78
Figura 37. Diagrama de Pareto para los efectos del coeficiente de viscosidad de la mermelada.....	79
Figura 38. Curvas de nivel para la aceptabilidad del color de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico. ....	81
Figura 39. Curvas de nivel para el coeficiente de viscosidad de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico a un nivel constante de 0,20 % de pectina. ....	82
Figura 40. Curvas de nivel para la optimización múltiple de la mermelada de aceituna.....	84
Figura 41. Flujo de elaboración de la mermelada optimizada para la aceituna negra procesada.....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables .....	10
Tabla 2. Características de las variables independientes .....	29
Tabla 3. Condiciones experimentales según diseño de Box-Behnken según los niveles de las variables independientes .....	30
Tabla 4. Resultados del efecto de las variables independientes sobre las características sensoriales de la mermelada.....	42
Tabla 5. Resultados del efecto de las variables independientes sobre las características fisicoquímicas de la mermelada .....	65
Tabla 6. Resultados del efecto de las variables independientes sobre las características reológicas de la mermelada.....	74
Tabla 7. Resultados de la optimización de la mermelada de aceituna .....	83
Tabla 8. Resultados del análisis microbiológico de la mermelada optimizada.....	85

## RESUMEN

La presente tesis evaluó las características sensoriales, fisicoquímicas y reológicas en la elaboración de una mermelada a base de aceituna (*Olea europaea* L.) variedad sevillana negra procesada. Se escogió, el diseño Box-Behnken, para las 3 variables en estudio con 3 niveles para cada variable independiente que da un total de muestras de 15 tratamientos. Se concluyó que los modelos que relacionan la proporción de pasta de aceituna negra procesada/mezcla, concentración de pectina resultaron significativos ( $p$  valor  $< 0,05$ ) sobre las características sensoriales y reológicas pero no sobre el pH final e índice de peróxidos de la mermelada ( $p$  valor  $\geq 0,05$ ). La muestra óptima calificó entre 6 “me agrada ligeramente” y 7 “me agrada moderadamente” y los análisis microbiológicos determinaron total inocuidad.

**Palabras clave:** diseño Box-Behnken, características sensoriales, muestra óptima.

## ABSTRACT

This thesis evaluated the sensory, physicochemical and rheological characteristics in the elaboration of a jam made from black olive (*Olea europaea* L.) processed Seville variety. The Box-Behnken design was chosen for the 3 variables under study with 3 levels for each independent variable that gives a total of 15 treatment samples. It was concluded that the models that relate the proportion of black olive table pulp / mixture, pectin concentration were significant ( $p$  value  $< 0,05$ ) on the sensory and rheological characteristics but not on the final pH and peroxide index of the marmalade ( $p$  value  $> 0,05$ ). The optimal sample qualified between 6 "I like it slightly" and 7 "it pleases me moderately" and the microbiological analyzes determined total innocuousness.

**Keywords:** Box-Behnken design, sensory characteristics, optimal sample.

## INTRODUCCIÓN

La propuesta de estudiar la elaboración de la mermelada de aceituna, nace a raíz de la experiencia profesional en labores de procesamiento de aceituna de mesa en la empresa Agroindustrias GUIVE durante la campaña del año 2016. Donde por indicaciones del gerente el ing Carlos Guillen, solicita innovar el producto final de aceituna negra procesada a otras variantes para acceder a nuevos mercados, es por ello que la responsable de calidad propone elaborar mermelada de aceituna, un producto que es considerado gourmet para el mercado internacional y que países como estados unidos era el destino ya establecido. Es así que nace la idea de investigar la forma de cómo elaborar una mermelada de aceituna con las mejores condiciones para ser aceptada por cualquier consumidor.

La mermelada tiene gran aceptación en el público de todas las edades y sectores, por su sabor agradable, que deleita a grandes y chicos, siendo usada principalmente en el desayuno diario, y como complemento en postres y helados. En la actualidad es evidente el gran surtido de mermeladas que se preparan generalmente a partir de frutas, pero también se pueden elaborar a partir de hortalizas como la remolacha incrementando el valor nutritivo de este producto.

# **CAPÍTULO I.**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Tradicionalmente, la única forma de elaborar y conservar las aceitunas es en base a la fermentación en sal. Como una necesidad de los productores y los consumidores, se propone otra forma de procesamiento de la aceituna negra a través de su elaboración como mermelada a base de aceituna negra procesada.

La fabricación de mermeladas es una de las más importantes industrias de productos de frutas. «Una buena mermelada presentará un color brillante y atractivo, reflejando el color propio de la fruta. Aparecerá bien gelificada sin demasiada rigidez, de forma que pueda extenderse bien y debe tener un buen sabor afrutado» (Díaz, 2003).

Se afirma que «la mermelada tiene gran aceptación en el público de todas las edades y sectores, por su sabor agradable, que deleita a grandes y chicos, siendo usada principalmente en el desayuno diario, y como complemento en postres y helados. En la actualidad la gran variedad de

mermeladas que se preparan generalmente es a partir de frutas pero también pueden elaborarse a partir de hortalizas como el zapallo, tomate, la remolacha etc, incrementando el valor nutritivo de este producto» (Usca, 2011).

Con base a lo expuesto anteriormente, la presente investigación pretende aportar en conocimiento tecnológico respecto a la elaboración de una mermelada a base de aceituna negra procesada y conocer el resultado a través del estudio de aceptabilidad sensorial, características fisicoquímicas y reológicas.

## **1.2 Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuáles serán las características sensoriales, fisicoquímicas y reológicas de una mermelada elaborada a base de aceituna (*Olea europaea* L.) variedad sevillana negra procesada?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿Cuál es la influencia de la proporción pasta de aceituna negra procesada/mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico sobre las características sensoriales de la mermelada?

- ¿Cuál es la influencia de la proporción pasta de aceituna negra procesada/ mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico sobre las características fisicoquímicas de la mermelada?
- ¿Cuál es la influencia de la proporción de pasta de aceituna negra procesada/ mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico sobre las características reológicas de la mermelada?

### **1.3 Delimitación de la investigación**

Para el presente trabajo se utilizó aceituna sevillana negra procesada de la empresa Agroindustria y Comercializadora GUIVE EIRL de la cosecha 2016, de origen del distrito La Yarada-Los Palos. Los demás insumos se adquirieron en tiendas especializadas de la región Tacna. Se aplicó la metodología de superficie de respuesta para determinar la fórmula óptima sensorial. Los análisis se realizaron en los laboratorios de la Escuela de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

### **1.4 Justificación**

La actividad agrícola en la región Tacna se desarrolla en 36 971 hectáreas todo bajo riego, de esta superficie el 40,6 % está cultivada con olivo, es decir 15 020 hectáreas, de éstas, 6 791 hectáreas se encuentran

entre olivares en crecimiento y recién sembradas, 8 229 fueron cosechadas con una producción de 61 959 ton, estos datos dan cuenta de la adaptación del cultivo del olivo en Tacna; lo que condiciona a liderar en el área cultivada nacional alcanzando rangos del 60 a 70% del total nacional. El 5% de la producción nacional de aceituna se destina a la elaboración de aceite y el resto se procesa en forma de aceituna entera (negras y verdes) (Dirección Regional de Agricultura, 2013).

La razón para escoger la aceituna negra procesada como el ingrediente de esta mermelada fue porque es un alimento de gran abundancia en la región Tacna, por su amplia disponibilidad y por sus beneficios al organismo ya que contiene fibra dietética que ayuda a controlar los niveles de colesterol en la sangre y a prevenir enfermedades como diabetes y obesidad; calcio y mucílago, que controla la producción excesiva de ácido gástrico, protegiendo la mucosa en general. Por tanto, su procesamiento hasta producto para su consumo directo redundará en el valor agregado del mismo tanto para beneficio de los consumidores como de los productores quienes tendrán otra alternativa de comercialización aparte de las ya tradicionales aceitunas de mesa.

Asimismo Vanegas (2012) afirma que «la innovación en productos alimenticios se presenta como una combinación y uso de ingredientes especiales, aprovechamiento de subproductos, innovación de procesos de elaboración diferentes y 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 de sabor y textura, accesibles y en formas de empaque que facilitan su consumo». Además indica que «el diseño en la industria de alimentos es parte de la investigación básica, luego se realiza la investigación aplicada (desarrollo) y finalmente ya en el mercado puede o no tener éxito con la propuesta del nuevo producto; es así, como un producto innovador se define como aquel que es introducido al mercado encontrando buena aceptación en este».

## **1.5 Limitaciones**

La disponibilidad de ambientes y equipos fue la principal limitante que condicionó el desarrollo de la presente investigación. La materia prima, la aceituna negra procesada al natural de la variedad sevillana es el factor más importante para el presente trabajo, además los ingredientes están disponibles en la cantidad necesaria. No se detalló el proceso de la materia prima (aceituna negra procesada) por no ser razón del estudio.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo general**

Evaluar las características sensoriales, fisicoquímicas y reológicas en la elaboración de una mermelada a base de aceituna (*Olea europaea* L.) variedad sevillana negra procesada.

### **1.6.2 Objetivos específicos**

- Evaluar la influencia de la proporción pasta de aceituna negra procesada/ mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico sobre las características sensoriales de la mermelada.
- Evaluar la influencia de la proporción de pasta de aceituna negra procesada/ mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico sobre las características fisicoquímicas de la mermelada.
- Evaluar la influencia de la proporción de pasta de aceituna negra procesada/ mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico sobre las características reológicas de la mermelada.

## **CAPÍTULO II.**

### **HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **2.1 Hipótesis general y específicas**

##### **2.1.1 Hipótesis general**

La proporción de pasta de aceituna negra procesada/mezclar, la concentración de pectina y ácido cítrico influirán en las características sensoriales, fisicoquímicas y reológicas de la mermelada de aceituna (*Olea europaea* L.) variedad sevillana negra procesada.

##### **2.1.2 Hipótesis específicas**

- La proporción de pasta aceituna negra procesada/mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico influirán sobre las características sensoriales de la mermelada.
- La proporción de pasta de aceituna negra procesada/mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico influirán sobre las características fisicoquímicas de la mermelada.
- La proporción de pasta de aceituna negra procesada/mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico influirán sobre las características reológicas de la mermelada.

## 2.2 Diagrama de variables

La Figura 1 muestra la relación causa y efecto de las variables en estudio para la mermelada de aceituna a través del diagrama de Ishikawa.

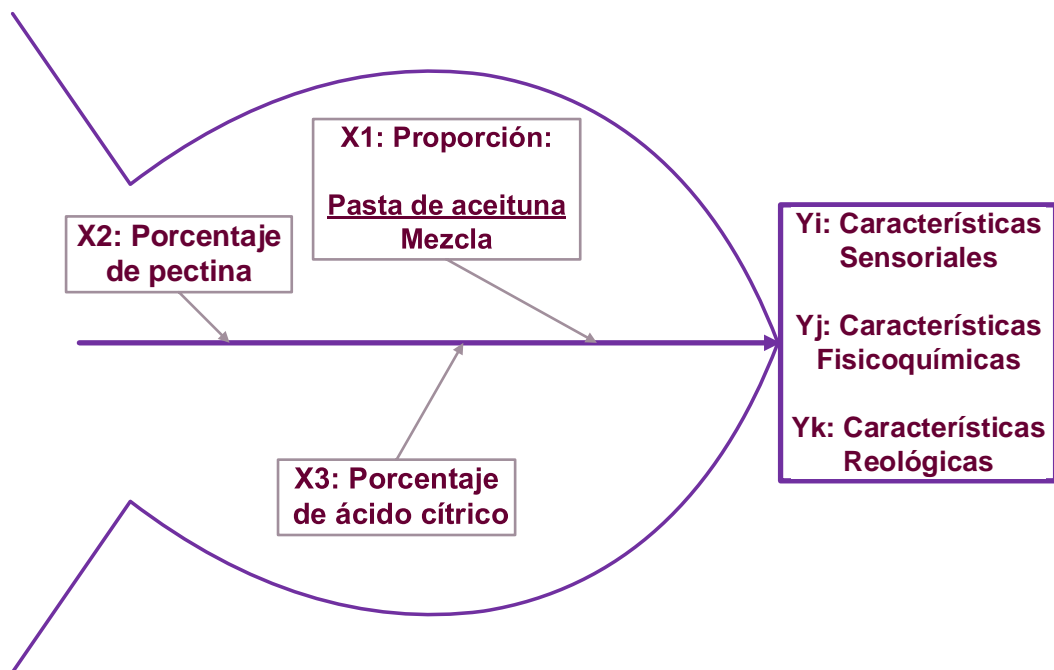


Figura 1. Diagrama de variables para el estudio de la mermelada de aceituna

Fuente: elaboración propia (2017)

## 2.3 Indicadores de las variables

### 2.3.1 Variables independientes

- Proporción de pasta de aceituna negra procesada/mezcla (p/p).
- Concentración de pectina (%).
- Concentración de ácido cítrico (%).

### 2.3.2 Variables dependientes

- Características sensoriales: color, olor, consistencia, sabor y apariencia.
- Características fisicoquímicas: pH e índice de peróxidos.
- Características reológicas: viscosidad y coeficiente de consistencia *k*.

### 2.4 Operacionalización de variables

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

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Indicador	Unidad	Instrumento
Variables independientes			
Pasta de aceituna negra procesada/ mezcla	Proporción Pasta de aceituna / mezcla	g/100 g	Balanza analítica
Pectina	Porcentaje de pectina (%)	%	Balanza analítica
Ácido cítrico	Porcentaje de ácido cítrico (%)	%	Balanza analítica
Variables dependientes			
Características sensoriales:	Color, olor, consistencia, sabor y apariencia	---	Escala hedónica estructurada
Características fisicoquímicas:	pH e índice de peróxidos	meq/kg muestra	Instrumental gravimétrico
Características reológicas:	Viscosidad, y coeficiente de consistencia <i>k</i>	cP Pa.s <sup>n</sup>	Reómetro de brookfield

Fuente: elaboración propia (2016)

## **CAPÍTULO III.**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **3.1 Conceptos generales y definiciones**

- a.** Desalado: «Mediante escurrido se elimina la salmuera inicial de los bidones. A continuación, se vuelven a llenar de agua y al cabo de unos minutos se escurren nuevamente, alcanzando así los productos una concentración aproximada del 2,0% de sal» (CGUT, 2004).
  
- b.** Gusto: «Se entiende por gusto a la sensación percibida a través del sentido del gusto, localizado principalmente en la lengua y cavidad bucal. Se definen cuatro sensaciones básicas: ácido, salado, dulce y amargo» (Wittig, 1998). El resto de las sensaciones gustativas proviene de la mezcla de estas cuatro, en diferentes proporciones que causan variadas interacciones.
  
- c.** Sabor: Se define por sabor como la percepción percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor, frío y dolor (Wittig, 1998).

- d. Olor: es la sensación producida al estimular el sentido del olfato.
- e. Color: El color que percibe el ojo depende de la composición espectral de la fuente luminosa, de las características físicas y químicas del objeto, la naturaleza de la iluminación base y la sensibilidad espectral del ojo. «El color adquiere importancia como índice de madurez y/o deterioro, por lo que constituye un parámetro de calidad. El consumidor espera un color para cada alimento, cualquier desviación de este color puede producir disminución en la demanda, además es importante para la sensación gustativa y olfativa. Se puede afirmar que la visión es el primer sentido que interviene en la evaluación de un alimento, captando todos los atributos que se relacionan con la apariencia: aspecto, tamaño, color, forma, defectos, etc» (López, 2002).
- f. Consistencia: La consistencia describe la habilidad del material en permanecer junto/uniforme, usada típicamente para describir las propiedades de los sólidos, semisólidos y líquidos (Castro y Sampallo, 2014). 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).

- g.** Apariencia: La apariencia es una característica tan importante como lo son las otras características en los alimentos. A menudo "Comemos con nuestros ojos" primero. Martínez et al., (2009) afirman que pequeñas modificaciones en la apariencia de los alimentos modifica la conducta alimentaria.
- h.** Relación estequiométrica: Es un razonamiento cualitativo y cuantitativo, en términos de unidades químicas, que permitirá obtener en dichas unidades las soluciones a las incógnitas que plantea el enunciado. «La suma, se trata de encontrar la relación estequiométrica que nos proporciona la ecuación química, o en otras palabras, la proporción en unidades químicas, en que reaccionan las diferentes sustancias, lo cual posibilitará el cálculo de las cantidades ponderales o volumétricas» (Rodríguez, 1995).

## **3.2 Enfoques teórico- técnicos**

### **3.2.1 Mermelada**

Es un producto de consistencia pastosa o gelatinosa obtenida por cocción y concentración de frutas sanas, limpias y adecuadamente preparadas, adicionadas de edulcorantes, con o sin adición de agua (Indecopi, 1988).

Una mermelada «tiene una definición similar a la jalea con la excepción de que el ingrediente usado es más bien la fruta que el jugo. La concentración es llevada hasta cuanto menos a 65 %» (Desrosier, 1993).

Se define a la mermelada de frutas como «un alimento de consistencia pastosa o gelatinosa, obtenida por cocción y concentración de frutas sanas, adecuadamente preparadas, con adición de edulcorantes. Su principio de conservación es la disminución de la actividad de agua, dificultando el desarrollo de microorganismos» (Coronado & Rosales, 2001).

### **3.2.2 La aceituna negra procesada al natural**

Se preparan a partir de aceitunas en un avanzado estado de madurez, colocadas directamente en salmuera. Tienen un sabor a fruto bastante acentuado, amargo con una textura y color característicos (Barranco, 2008).

Las etapas de elaboración son: recolección, transporte, escogido y clasificación (grosera), lavado, colocación en salmuera, fermentación, escogido y clasificación (oscurecimiento superficial) y envasado (Barranco, 2008).



Figura 2. Aceituna negra al natural

Fuente: <http://vallevida.com.pe/productosNegrasensalmuera.html>

### **3.2.3 Propiedades nutricionales y funcionales de la aceituna**

De los estudios de Strobach (2000) y Hermoso et al. (1995) afirman que «la aceituna tiene un alto valor nutritivo. Posee todos los aminoácidos esenciales en una proporción ideal, aunque su contenido en proteína es bajo, su nivel de fibra hace que sea muy digestiva. Están compuestas en su mayoría por agua y su aporte en nutrientes en base a 100 g es: hidratos de carbono 1 g; proteínas, 0,8; calorías 150; fibra 2,6 g y 1,73 g por cada 100 kcal» por lo que según la reglamentación sobre el etiquetado N°1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo del 20 de diciembre de 2006, puede considerarse fuente de fibra.

Las aceitunas de mesa «contribuyen a cubrir las CDR (Cantidad Diaria Recomendada) de fibra, que son 30 gramos. Tiene 20 % de grasa. El ácido graso más abundante es el oleico: 82 %; seguido del palmítico: 13 %; linoleico (Omega-6): 5 %; esteárico: 3 %; linolénico (Omega-3): 1 % y palmitoleico: 1 %, dependiendo de la madurez de la aceituna. Una cantidad de 25 gramos de aceitunas (7 aceitunas) aporta 0,28 gramos de sodio aproximadamente» (Guevara, 2015).

«Contienen minerales como el calcio, potasio, magnesio, hierro, fósforo y yodo. Aporta pequeñas cantidades de vitaminas del grupo B y liposolubles como la provitamina A y la E, siendo estas dos últimas de acción antioxidante» (Guevara, 2015).

#### **3.2.4 Azúcar**

El azúcar es un ingrediente esencial. «Actúa como conservante y 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» (Coronado, 2001).

### **3.2.5 Espesantes**

La viscosidad y textura de las mermeladas dependen de una serie de factores como los que destacan: «el tipo y cantidad de fruta utilizada, las características propias de la fruta y su madurez, la relación fruta: azúcar y la concentración de azúcares del producto terminado. Con la finalidad de conseguir productos con una textura y viscosidad relativamente uniforme se utilizan las gomas naturales y la pectina como espesantes. La goma de algarrobo es la más utilizada en mermeladas» (Boatella et al., 2004).

«Confiere el aumento de la viscosidad de los productos a los que se añade, sin dar textura de gel; no aporta sabor, por lo cual el sabor a fruta queda inalterado y disuelta en agua da una solución translúcida que no afecta al color propio de la fruta. La fruta contiene en las membranas de sus células una sustancia natural gelificante que se denomina pectina» (Boatella et al., 2004).

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; la fruta madura contiene algo menos. La cantidad de pectina a usar es variable según el poder gelificante de ésta y la fruta que se emplea en la elaboración de la mermelada» (Boatella et al., 2004).

### **3.2.6 Acidez**

«En la elaboración de mermeladas se utiliza más el término pH que acidez, el pH es una medida de la acidez» (ITDG, 2008).

«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» (Southgate, 1992).

Según Rauch (1987), indica que la acidez total no debe exceder del 0,8 %, pero puede tomarse el 0,5 % como una norma fija de carácter general y el 0,3 % como la cifra mínima.

### **3.2.7 El índice de peróxidos en los alimentos**

El índice de peróxidos esta expresado como miliequivalentes de peróxidos contenidos en 1 kg de aceite o grasa, y es un indicador del grado de oxidación de un aceite. «La causa de la alteración de los aceites y las grasas puede ser el resultado de una reacción tanto química como bioquímica pero la oxidación de las grasas es más frecuente por efecto de reacciones químicas. Lo esencial es que los dobles enlaces de sus ácidos

grasos constituyentes, reaccionan con el oxígeno del aire formando compuestos que al descomponerse originan otros, a los cuales se les atribuye el olor y sabor desagradables característicos de las grasas oxidadas, y es esto lo que se conoce con el nombre de rancidez. Al principio de la oxidación de las grasas es posible que, en su mayoría, el producto de la reacción no sea más que hidroperóxido. Al aumentar la cantidad de peróxidos y aparecer el olor y el sabor característicos de la rancidez, se demuestra la presencia de otros productos resultantes de la descomposición de los hidroperóxidos. El agudo y desagradable olor a rancio se cree que es debido principalmente a la presencia de aldehídos con 6-9 átomos de carbono. El sabor y el olor a rancio aparecerán sólo cuando la concentración de estos compuestos sea tal que puedan ser detectados por nuestros órganos sensoriales» (Zumbado, 2002).

La correlación entre el olor y el sabor de grasas rancias y la cantidad de peróxidos, expresada como índice de peróxido, depende de muchos factores, como de su grado de insaturación y de la longitud de la cadena del ácido, entre otros. «No es posible generalizar cuál es el índice de peróxido correspondiente a la aparición de la rancidez; se hace necesario, determinar el índice de peróxido junto con pruebas organolépticas; no obstante, si tenemos grasas que tienen una composición similar, se puede

generalizar y decir, más o menos, qué índice de peróxido corresponderá a la aparición de la rancidez. Así como en el caso de la grasa de cerdo, la rancidez aparece cuando ésta tiene un índice de peróxido de alrededor de 20 meq (milimoles equivalentes) de peróxidos por kilogramo. En el caso del aceite de girasol es aproximadamente de 60 a 80» (Zumbado, 2002).

### **3.2.8 Reología de alimentos**

Los fluidos constituyen la mayor parte de los alimentos que ingiere el hombre; «los adultos consumen más productos líquidos y pastosos que alimentos sólidos por la facilidad de ingestión y digestión; en los niños y recién nacidos la importancia de los alimentos fluidos y particularmente líquidos es fundamental. Cuando un alimento se procesa, el mismo está sujeto a un movimiento constante; en la práctica es muy difícil pensar en un producto que no requiera movilización» (Ramírez, 2006).

### **3.2.9 Comportamiento no newtoniano**

Desafortunadamente, muchos fluidos no son newtonianos es decir, hay una relación no lineal entre la fuerza de cizalla y el gradiente de cizalla (Lewis, 1993).

«Un líquido no newtoniano también se define como aquel que exhibe un flujo uniforme, pero para el que no es constante la relación entre tensión tangencial y velocidad de deformación (la viscosidad no es constante)» (Muller, 1977).

Los fluidos no newtonianos son más difíciles de utilizar y caracterizar de forma experimental puesto que la viscosidad dependerá de las condiciones experimentales seleccionadas. La viscosidad y la acción cizallante dependen de una serie de factores que son los siguientes:

- La naturaleza de las fases continua y dispersa.
- Las interacciones partícula - partícula y partícula - solvente.
- La concentración de partículas, su forma, tamaño y composición química (Lewis, 1993).

En lugar del coeficiente de viscosidad  $\eta$ , se usa frecuentemente un “coeficiente de viscosidad aparente”, que se define como el primero, es decir, como la tensión tangencial dividida por la velocidad de deformación. La viscosidad aparente no es una constante, depende de la tensión tangencial (Muller, 1977).

### **3.2.10 Importancia de la reología en la investigación y en el procesamiento de alimentos**

Existen varios campos en los que se observa la importante participación del conocimiento reológico (Steffe, 2006):

- Cálculos en ingeniería de procesos en donde se involucren diversos equipos como: Bombas, extrusores, mezcladores, homogeneizadores, intercambiadores de calor, tuberías, etc.
- Formulación para el desarrollo de productos.
- Control de calidad en productos intermedios y finales: este control se realiza en la propia línea de producción. Es determinante para la aceptación de productos como patatas fritas, cereales, quesos, aperitivos, yogures, dulces, chocolates, cremas, etc.
- Estudio de vida en anaquel.
- Evaluación de la textura del alimento mediante la correlación con datos sensoriales.
- Estudio de la textura y consistencia de productos alimenticios: dichas propiedades son muy importantes a la hora de que un producto sea del agrado del consumidor.
- Estabilidad de emulsiones y suspensiones
- Control de sustancias que sean transportadas a lo largo de un recipiente cilíndrico (para evitar la reopexia).

En el caso de las mermeladas, «no se han establecidos parámetros tecnológicos ideales, ya que el comportamiento de estas varía según el tipo y madurez de la fruta, la cantidad de azúcar que poseen, la temperatura a la que se realiza la experimentación entre otros factores. Lo que sí se sabe es que hay una disminución de la viscosidad, los valores de  $n$  oscilan entre un 0,3 a 0,7 para mermeladas con un contenido de azúcar que van desde un 40% hasta un 60% del peso total» (Basu & Shivare, 2012).

### **3.2.11 Defectos en la elaboración de mermeladas**

Según Coronado e Hilario (2001) los defectos que pueden presentarse en la mermelada son los siguientes:

#### **a) Mermeladas poco uniformes**

- Cocción prolongada del producto, provoca la hidrólisis de la pectina.
- Acidez elevada, rompe el sistema de redes provocando sinéresis del gel.
- Presencia de sales minerales en la fruta retrasan la gelatinización.
- Carencia de pectina en la fruta.
- Demasiado azúcar en relación a la pectina.

- Una gelatinización antes del envasado, por enfriamiento, origina la ruptura del gel en el posterior envasado.

**b) Sinéresis:**

- Acidez demasiado elevada.
- Deficiencia de pectina.
- Porcentaje de sólidos demasiados bajos.
- Exceso de azúcar invertido.

Para que se produzca la sinéresis los sólidos deben estar debajo de 65 % y el valor de pH por debajo del 2,8.

**c) Cambio de color:**

- Cocción prolongada del producto, causa caramelización del azúcar.
- Deficiente enfriamiento después del envasado.
- Empleo en el exceso de sales tampón.
- Contaminación con metales, produce turbidez.
- Pulpa decolorada.
- Causas biológicas.

**d) Cristalización:**

- Elevada cantidad de azúcar.
- Acidez demasiado alta, produce excesiva inversión del azúcar dando lugar a la granulación de la dextrosa.
- Acidez demasiado baja, provoca la cristalización de la sacarosa.
- Escaso tiempo de cocción, provoca inversión excesiva.
- Permanencia de mermeladas en pailas luego de la cocción, da lugar a una inversión excesiva, provocando la granulación de la dextrosa.

**e) Crecimiento de mohos y levaduras:**

- Excesiva humedad en el ambiente de almacenamiento.
- Envases contaminados.
- Bajo contenido de sólidos solubles.
- Mermeladas poco firmes.

**f) Endurecimiento o encogimiento de la fruta en la mermelada:**

- El someter a ebullición a la fruta o piel en jarabes concentrados con insuficiente precocción. Si la piel es demasiado dura, así como la fruta, no son capaces de absorber el azúcar.
- Fruta o piel precocida en agua de elevada dureza.

### **3.3 Marco referencial**

Vignoni et al. (2000) utilizaron cultivares de tomate, de colores distintos al tradicional rojo. «Se estudió la aceptabilidad por parte del consumidor de mermeladas elaboradas con las variedades de frutos: amarillos, anaranjados y rojos, respectivamente. Las mermeladas, aromatizadas con clavo de olor, se elaboraron en una planta experimental hasta concentración 67-69 % de sólidos solubles. Un panel de 39 consumidores evaluó aspecto, color, aroma, textura y sabor, aplicando escalas no estructuradas. Para las características sensoriales la prueba de Friedman indicó diferencias entre los tres productos ( $\alpha = 0,001$ ). En una escala para cinco categorías, más del 50 % de los jueces consideraron las tres mermeladas en las categorías más altas: me gusta y me gusta mucho». La mermelada de mayor aceptabilidad fue de color parecido al tradicional.

Gianelli (2006) determinó en función de los atributos sensoriales la fórmula óptima de la mermelada a base de zapallo e higo deshidratado. Las condiciones de los tratamientos fueron las siguientes: mezcla constante de materias primas (zapallo + higo) en un 55 % con respecto al peso final, el 45 % restante corresponde a los sólidos solubles aportados por: sacarosa, glucosa y dosis de ácido cítrico establecido según el pH fijado para cada tratamiento y 0,1% de conservante con respecto a mermelada a obtener.

Aplicó el diseño de Box – Behnken con 15 tratamientos. Aplicando la metodología de superficie de respuesta resultó óptimo la mezcla de 0,75 kg de zapallo/kg de mezcla, 0,25 kg higo/kg de mezcla, 0,25 % de pectina y 3,58 de pH final; que está ubicado en el número 7 de la escala hedónica de 9 puntos que corresponde al calificativo de “me gusta”. Presenta un índice de consistencia ( $k$ ) = 20,32 Pa.s<sup>n</sup> y un índice de flujo ( $n$ ) = 0,315 es decir se trata de un fluido no newtoniano y pseudoplástico.

Gutiérrez (2011) en su tesis de grado titulado "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 melongena*) utilizando el método de superficie de respuesta". Las variables fueron proporción de aguaymanto/berenjena en el rango de 1/1 a 5/1, y el porcentaje de pectina en el rango de 0,05 a 0,8% sobre las variables de respuesta que fueron el sabor y la consistencia en la mermelada. Los modelos fueron altamente significativos con un ( $p < 0,05$ ) tanto la proporción y porcentaje de pectina por presentar un coeficiente de determinación  $R^2$  altos. Las 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%. Obteniéndose valores de 7,5 para el sabor y de 5,5 de consistencia».

## **CAPÍTULO IV.**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1 Tipo de investigación**

- a) Tipo de investigación: aplicativo, prospectivo, transversal y analítico.
- Aplicativo: Porque plantea resolver problemas de investigación referida al conocimiento enmarcado a la innovación tecnológica.
  - Prospectivo: Porque los datos necesarios para el estudio son recogidos una vez propuestos y ejecutados los experimentos.
  - Transversal: Porque todas las variables respuesta son medidas en una sola ocasión.
  - Analítico: El análisis estadístico es de más de dos variables en estudio; plantea y pone a prueba hipótesis, su nivel más básico establece la asociación entre factores.
- b) Diseño de la investigación: Según Hernández et al. (2010), es del tipo “experimental verdadero” o “experimental puro”, donde se establecerá la significancia de la relación causa-efecto entre las variables tecnológicas en estudio.

## 4.2 Población y muestra

La población se considera a todas las combinaciones posibles que resultan de la interacción de los niveles en el rango de variables en estudio; y para dicho caso la muestra es de tipo no probabilístico. Se escogió, el diseño Box-Behnken (Gutiérrez y De la Vara, 2008), para las 3 variables en estudio con 3 niveles para cada variable independiente (Tabla 2) que da un total de muestras de 15 tratamientos (Tabla 3).

Se ha descartado el uso del diseño factorial completo para 3 variables  $3^3$ , puesto que implicaría la realización de 27 tratamientos a los cuales considerando una mínima réplica de 2 por cada tratamiento harían un total de 54 ensayos, número por demás impráctico para su ejecución.

Tabla 2. Características de las variables independientes

Variable	Unidad	-1	0	+1
X1: Proporción de aceituna pasta de aceituna/mezcla	$\frac{g \text{ pasta aceituna}}{100 g \text{ de mezcla}}$	40	50	60
X2: Concentración de pectina *	%	0,1	0,2	0,3
X3: Concentración de ácido cítrico*	%	0,3	0,5	0,7

Fuente: Elaboración propia (2016) \* en base al 100% que corresponde la mezcla total de pasta de aceituna y azúcar.

La muestra de aceitunas negras envasadas utilizadas tiene las siguientes características (Anexo 14): son aceitunas negras enteras en agua, sal, ácido láctico, benzoato de sodio y sorbato de potasio.

Tabla 3. Condiciones experimentales según diseño de Box-Behnken según los niveles de las variables independientes

Tratamientos	X1:		X2:		X3:	
	Pasta de aceituna <i>g pasta aceituna</i> <i>100 g de mezcla</i>		Pectina (%)		Ácido cítrico (%)	
1	-1	40	-1	0,1	0	0,5
2	1	60	-1	0,1	0	0,5
3	-1	40	1	0,3	0	0,5
4	1	60	1	0,3	0	0,5
5	-1	40	0	0,2	-1	0,3
7	1	60	0	0,2	-1	0,3
6	-1	40	0	0,2	1	0,7
8	1	60	0	0,2	1	0,7
9	0	50	-1	0,1	-1	0,3
11	0	50	1	0,3	-1	0,3
10	0	50	-1	0,1	1	0,7
12	0	50	1	0,3	1	0,7
13 (r)	0	50	0	0,2	0	0,5
14 (r)	0	50	0	0,2	0	0,5
15 (r)	0	50	0	0,2	0	0,5

Fuente: Design Expert 7 (2016) los 100 g de mezcla corresponden a la suma de los componentes pasta de aceituna y azúcar.

### 4.3 Materiales y métodos

#### 4.3.1 Método experimental

El proceso de investigación de tipo experimental para el estudio de la mermelada de aceituna negra procesada se aprecia en la figura 12:

- a. Recepción: Se acopian todos los ingredientes, la aceituna se obtuvo de la empresa procesadora GUIVE E.R.L. (Anexo 14) y los insumos se adquirieron en tiendas comerciales especializadas.
  
- b. Desalado: Se sumergieron las aceitunas procesadas (Figura 3) en agua potable por 2 días, con cambios de agua cada 4 horas a fin de eliminar la mayor cantidad de sal. Las pruebas preliminares demostraron a más días de desalado solo se consigue deteriorar la aceituna.

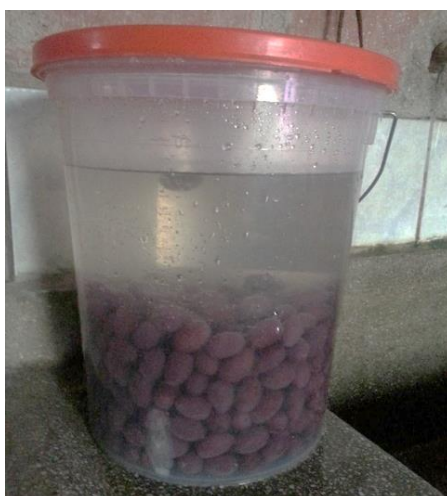


Figura 3. Aceitunas negras al natural en proceso de desalado  
Fuente: elaboración propia (2017)

- c. Despepitado: Una vez desaladas las aceitunas, estas se sometieron a una operación de despepitado manual (Figura 4).



Figura 4. Aceitunas despepitadas  
Fuente: elaboración propia (2017)

- d. Pulpeado: Previo pesado se procedió a pulpear mediante el uso de un desintegrador manual (Figura 5) a las aceitunas despepitadas a fin de obtener la pasta de aceituna.

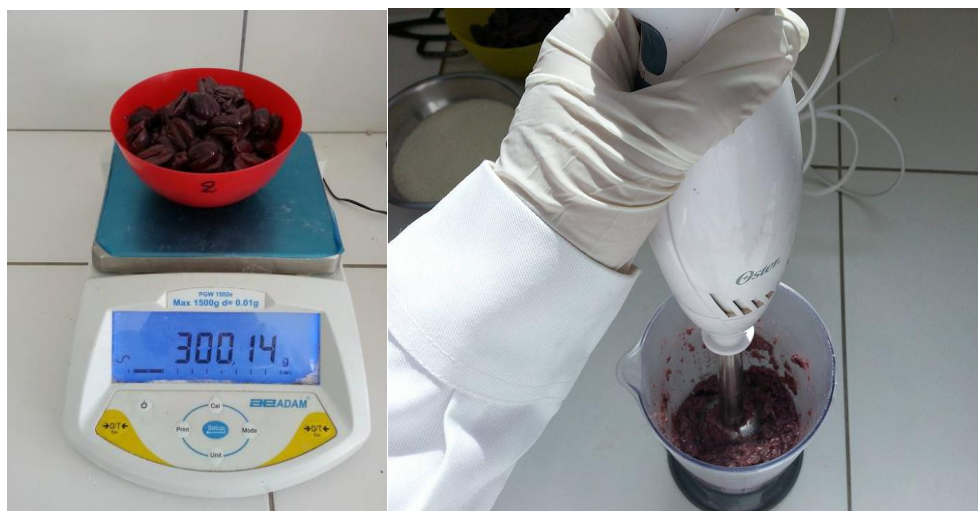


Figura 5. Pesado y pulpeado de la aceituna  
Fuente: elaboración propia (2017)

- e. Mezclado: Una vez obtenida la pasta de aceituna homogénea, se procedió a agregar el azúcar (Figura 6) en la proporción establecida por el diseño estadístico.



Figura 6. Adición de la proporción de azúcar  
Fuente: elaboración propia (2017)

- f. Cocción: A fuego lento y constante hasta que la mezcla alcance los 67 ° brix aproximadamente. Durante la cocción se añadió a mitad del proceso y al final las respectivas dosis de pectina. Destacando que se hizo un control adecuado con refractómetro (Figura 7) a fin de conseguir los grados brix deseados.



Figura 7. Cocción de la mezcla de aceituna, azúcar, e ingredientes y control de los grados brix  
Fuente: elaboración propia (2017)

- g. Envasado: Una vez concluida la cocción, se procedió de manera inmediata a su envasado (Figura 8), para aprovechar el calor de la mermelada y desinfectar el envase, se llenó en caliente a fin de obtener un producto inocuo.

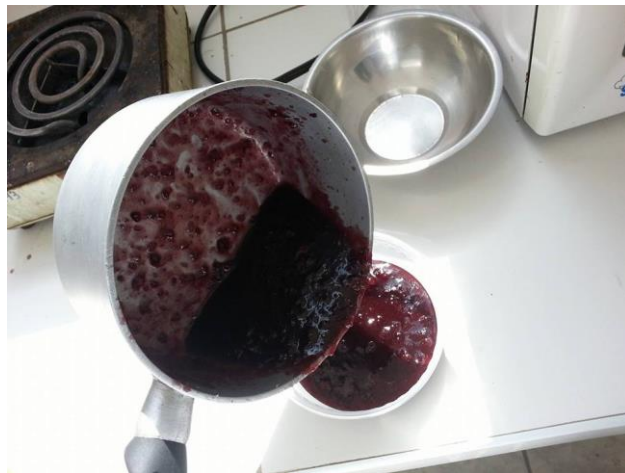


Figura 8. Llenado y envasado de los tratamientos de mermelada  
Fuente: elaboración propia (2017)

h. Análisis: Finalmente con los tratamientos ya desarrollados (Figura 9) se procedió a realizar los respectivos análisis reológicos y sensoriales (Figura 10).



Figura 9. Tratamientos envasados  
Fuente: elaboración propia (2017)



Figura 10. Análisis reológico y sensorial de los tratamientos  
Fuente: elaboración propia (2017)

- i. Optimización: Dicha labor de gabinete permitió procesar la información necesaria para interpretar la investigación propuesta y finalmente obtener los parámetros de elaboración de la mermelada de aceituna.
- j. Mermelada optimizada: Una vez determinada la muestra óptima (Figura 11) fue analizada microbiológicamente después de 9 días de elaborada.

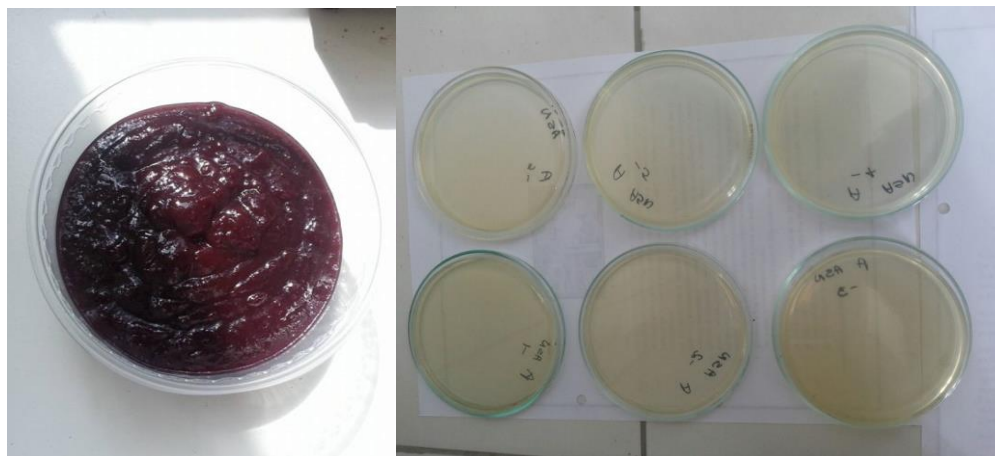


Figura 11. Muestra óptima de mermelada de aceituna y resultados microbiológicos  
Fuente: elaboración propia (2017)

En la Figura 12 se muestra el proceso seguido durante la experimentación donde se detallan los procesos donde se establecen las variables independientes y dependientes.

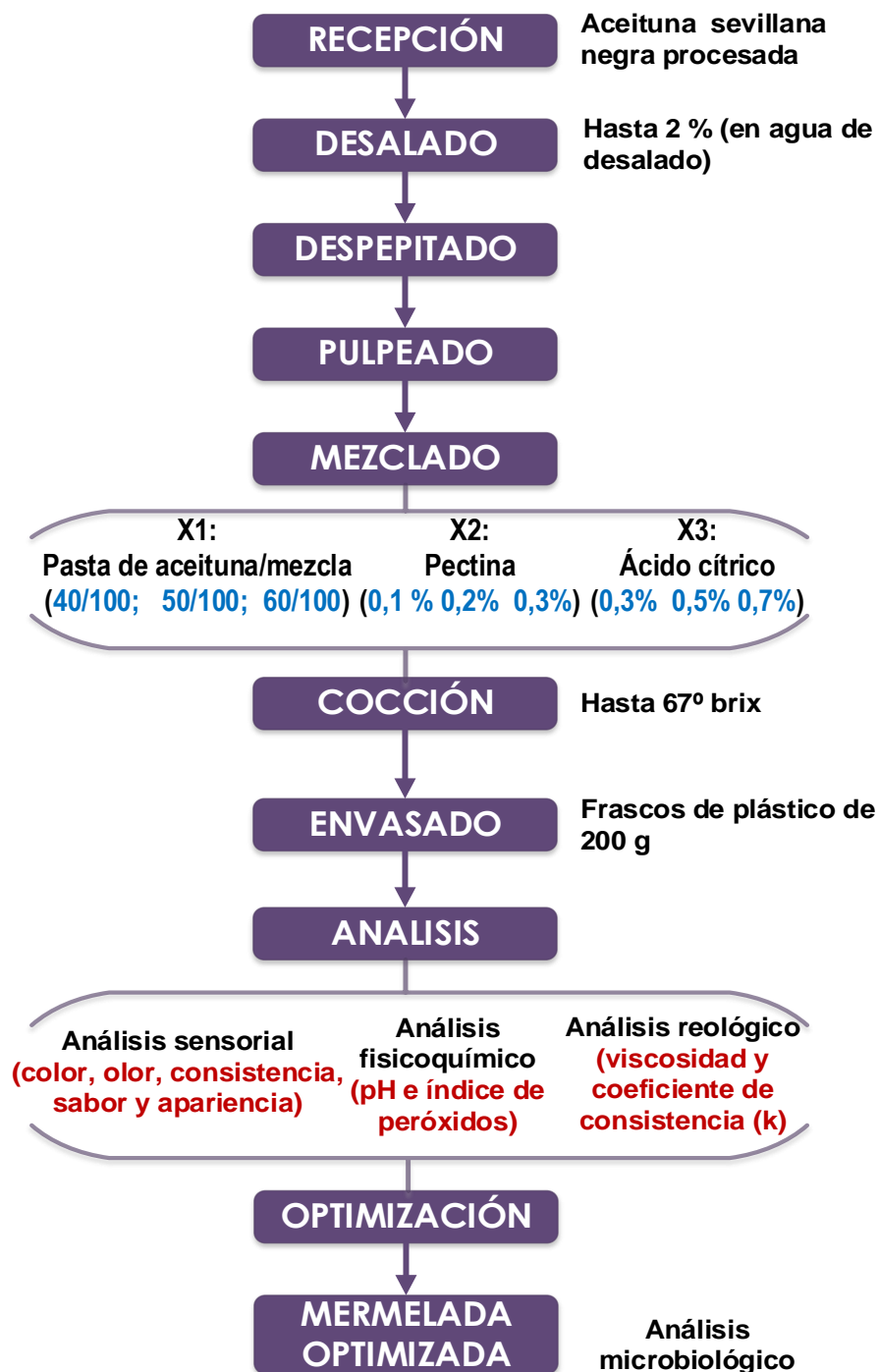


Figura 12. Diseño de tipo experimental para el estudio de la mermelada de aceituna negra procesada

Fuente: elaboración propia (2016)

## **4.3.2 Materiales y equipos**

### **4.3.2.1 Materia prima e insumos para la elaboración**

- Aceituna variedad sevillana negra procesada, cosecha de La Yarada-Los Palos, marca GUIVE-Tacna.
- Ácido cítrico ( $C_6H_8O_7$ ) marca THOSCO.
- Agua potable.
- Azúcar blanca refinada marca Doña Vera.

### **4.3.2.2 Materiales y equipos**

- Balanza analítica marca ADAM sensibilidad 0,0001g max 210 g.
- Balanza de precisión marca ADAM sensibilidad 0,01 g max 1,50 kg.
- Baño María marca Selecta.
- Cocina eléctrica marca Visioneer.
- Cucharas, cuchillos de acero inoxidable.
- Desintegrador marca Oster 250 w hecho en China.
- Estufa marca Memmert max 220°C made in west Germany.
- Ollas de acero inoxidable.
- Potenciometro marca Benchtop  $\pm 0,01$  hecho en USA.
- Refractómetro ABBE RL 3, made in Poland.
- Soporte universal.
- Tablas de picar.

- Tapones de Jebe.
- Termómetro (-10 a 200°C).
- Viscosímetro mecánico Brookfield 230 v, hecho en USA.
- Espátulas.
- Rejillas metálicas.

#### **4.3.2.3 Materiales de vidrio**

- Bagueta de vidrio.
- Bombilla de plástico.
- Buretas de 10, 25 y 50 ml.
- Frascos de vidrio.
- Matraces erlenmeyer de 250 y 500 ml.
- Matraz erlenmeyer esmerilado de 250 ml.
- Pipetas de 0,5; 1,0; 5,0; 10 ml marca Brand made in Germany.
- Placas petri.
- Probetas de 50 ml; 100 ml; 250 ml y 500 ml.
- Tubos de ensayo marca Giordino.
- Varillas de vidrio y con protección de goma.
- Vasos de precipitado de 25 Y 100 ml marca Kyntel hecho en Perú.

#### **4.3.2.4 Reactivos**

- Ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 1N.
- Agua destilada.
- Cloroformo cc. ( $\text{CHCl}_3$ ).
- Solución de almidón al 1%.
- Solución de ioduro de potasio (KI) cc. marca Alfa Aesar.
- Solución de tiosulfato ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,01 N.

#### **4.3.3 Métodos de análisis**

a) Para el producto terminado:

i) Análisis físico químico:

- Determinación del pH: pH (Método de la A.O.A.C., 1995).
- Índice de peróxidos: expresada en miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramo de grasa (NTP 209.013 2008).

ii) Análisis reológico:

- Determinación de viscosidad y k: con viscosímetro de Brookfield.

iii) Análisis sensorial:

- Los atributos sensoriales (Color, sabor, olor, consistencia y apariencia), se cuantificó en base a la escala hedónica (Anexo 2) cuyos valores van del 1 al 9 (Anzaldúa, 1994).

b) Para el producto optimizado: (NTP mermeladas 1991)

- Numeración de microorganismos aerobios mesófilos, ufc/g.
- Levaduras osmófilas, ufc/g.
- Hongos osmófilos, ufc/g.

#### **4.3.4 Análisis de datos**

Con los datos de los 15 tratamientos se estimaron los modelos que ajustan el comportamiento de cada variable respuesta en estudio, se utilizó el software Statistica 7, para la construcción de las gráficas de superficie y las curvas de nivel se utilizó el software Desig Expert v 7, y para determinar las mejores condiciones de elaboración de la mermelada se utilizó también la herramienta de optimización del software Desig Expert v 7.

## CAPÍTULO V.

### TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

#### 5.1 Resultados

##### 5.1.1 Influencia sobre las características sensoriales de la mermelada

A Los 15 tratamientos se aplicó la prueba hedónica estructurada de 9 puntos y los resultados promedio se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados del efecto de las variables independientes sobre las características sensoriales de la mermelada

Tratamientos	X1: Aceituna negra <i><math>\frac{g \text{ pasta aceituna}}{100 g \text{ de mezcla}}</math></i>	X2: Pectina (%)	X3: Ácido cítrico (%)	Color	Olor	Consistencia	Sabor	Apariencia
1	40	0,1	0,5	6,63	6,13	6,19	6,63	6,06
2	60	0,1	0,5	6,19	5,75	5,19	5,69	4,63
3	40	0,3	0,5	6,31	6,19	6,63	6,25	6,5
4	60	0,3	0,5	5,88	5,38	4,44	6,31	4,5
5	40	0,2	0,3	6,31	6,38	6,63	5,69	6,31
6	60	0,2	0,3	6,5	5,94	6,19	7,06	5,69
7	40	0,2	0,7	6,73	6,50	6,81	6,00	6,63
8	60	0,2	0,7	6,25	6,13	5,94	5,63	6,06
9	50	0,1	0,3	6,8	6,5	6,63	7,00	6,5
10	50	0,3	0,3	7,5	6,44	6,75	6,56	6,0
11	50	0,1	0,7	7,06	6,50	6,94	6,06	6,69
12	50	0,3	0,7	7,44	7,00	6,88	6,50	7,0
13	50	0,2	0,5	7,38	6,94	7,13	6,60	7,44
14	50	0,2	0,5	7,32	6,81	7,56	6,75	7,19
15	50	0,2	0,5	7,38	7,00	7,31	6,94	7,33

Fuente: elaboración propia (2017)

### 5.1.1.1 Color

Con la gráfica de Pareto (Figura 13) se identificó un efecto de los coeficientes del modelo que influye en la aceptabilidad del color de la mermelada. Este coeficiente del modelo de regresión resultó con p-valor menor a 0,05 demostrando su influencia en la variabilidad de la respuesta de la medida hedónica del color, como es el efecto cuadrático de la proporción de pasta de aceituna.

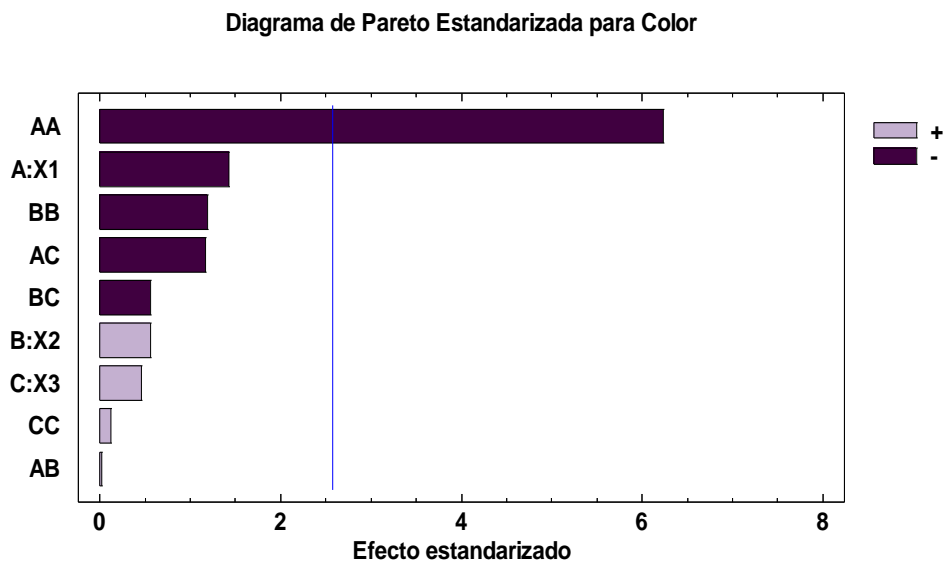


Figura 13. Diagrama de Pareto para los efectos de la aceptabilidad del color de la mermelada

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Statgraphics C XVI

El modelo de predicción de la aceptabilidad del color de la mermelada es:

$$\text{Color} = -18,4625 + 0,956875*X1 + 9,5375*X2 + 4,78125*X3 - 0,0093*X1^2 + 0,0025*X1*X2 - 0,08375*X1*X3 - 17,75*X2^2 - 4,0*X2*X3 + 0,4375*X3^2$$

Los valores numéricos o coeficientes indican que por cada punto porcentual de incremento en el porcentaje de pasta de aceituna se espera una disminución de la aceptabilidad en 0,0093. Del análisis del modelo cuadrático completo aplicado a la aceptabilidad del color (Anexo 3) según la prueba F (p valor = 0,047 <0,05) resultó significativa, aunque el grado de falta de ajuste del modelo (p valor = 0,009 <0,05) también resultó significativo, es decir que bien podría excluirse aquellos coeficientes no significativos a fin de mejorar la significancia, pero por principio jerárquico no es recomendable eliminar los efectos principales y porque la exclusión de los otros coeficientes provocó la disminución del valor R<sup>2</sup> probando que no fue necesario ajustar el modelo hallado. Considerando al valor de coeficiente de determinación múltiple (R<sup>2</sup>) de 89,82 % valor muy cercano a 100 %; estos resultados obtenidos permiten afirmar que el modelo obtenido puede ser estadísticamente significativo para explicar el comportamiento del color a escala de laboratorio y evidenciar la importancia de la variable de proceso como es la proporción de pasta de aceituna por 100 g de mezcla en la mermelada.

Por tanto, la ecuación hallada sirve para estimar la aceptabilidad del color promedio esperada para cualquier valor de pasta de aceituna, pectina o ácido cítrico, indicando que esa estimación será más precisa en la medida que las Xs estén dentro del intervalo de los valores en estudio. La Figura 14, muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo cuadrático completo y muestra la tendencia en la variación de la aceptabilidad del color desde una región de máxima (naranja) y mínima (azul) de aceptabilidad.

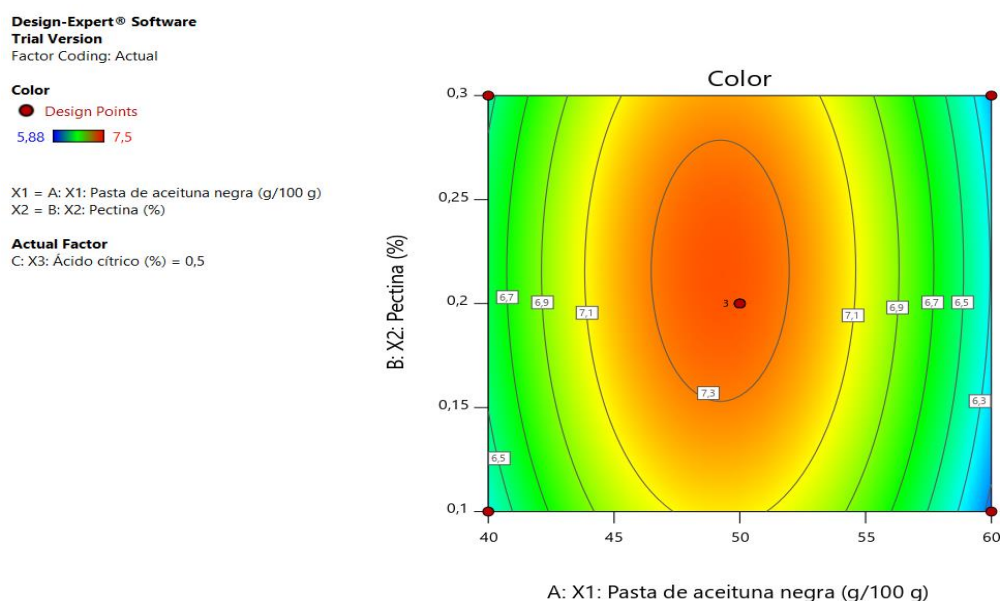


Figura 14. Curvas de nivel para la aceptabilidad del color de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,5% de ácido cítrico.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

Dichas curvas de nivel muestran que la región de máxima respuesta presenta un valor estimado de 7,3 a niveles medios de pasta de aceituna entre 46,5 g/100 g mezcla hasta 52 g/100 g mezcla y concentración de

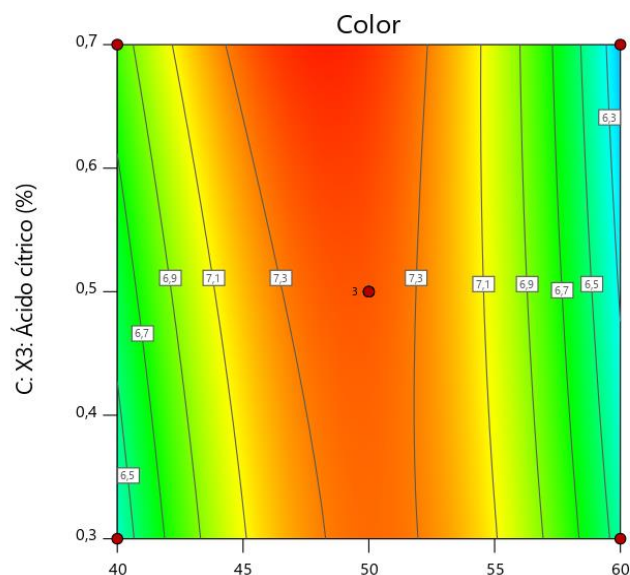
pectina entre 0,18 % a 0,24 %; que categoriza a la aceptabilidad del color de la mermelada entre “me gusta bastante” y “me gusta mucho”, mientras que la menor aceptabilidad de 6,3 se encuentra en mermeladas elaboradas a nivel máximo de pasta de aceituna categorizando al producto final con la aceptabilidad entre “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta ligeramente”. la Figura 15 muestra el diagrama de curvas de nivel para el efecto combinado de la pasta de aceituna y el ácido cítrico sobre la variación de la aceptabilidad del color, evidenciándose una tendencia a la preferencia del color cuando es mayor la concentración de ácido cítrico.

Design-Expert® Software  
 Trial Version  
 Factor Coding: Actual

Color  
 ● Design Points  
 5,88 7,5

X1 = A: X1: Pasta de aceituna negra (g/100 g)  
 X2 = C: X3: Ácido cítrico (%)

Actual Factor  
 B: X2: Pectina (%) = 0,2



A: X1: Pasta de aceituna negra (g/100 g)

Figura 15. Curvas de nivel para la aceptabilidad del color de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico. a un nivel constante de 0,20 % de pectina.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

Es decir, se puede elaborar mermeladas con aceptabilidades cercanas a la categoría de “me gusta bastante”, cuando se utiliza pasta de aceituna en un rango de entre 46 g de pasta aceituna/100 g mezcla a 50,7 g de pasta de aceituna/100 g mezcla con la máxima concentración de ácido cítrico 0,70 %.

### 5.1.1.2 Olor

En la gráfica de Pareto (Figura 16) se identificaron varios efectos de los coeficientes del modelo que explican la aceptabilidad del olor de la mermelada. Puesto que resultaron con valor- p inferiores al 0,05.

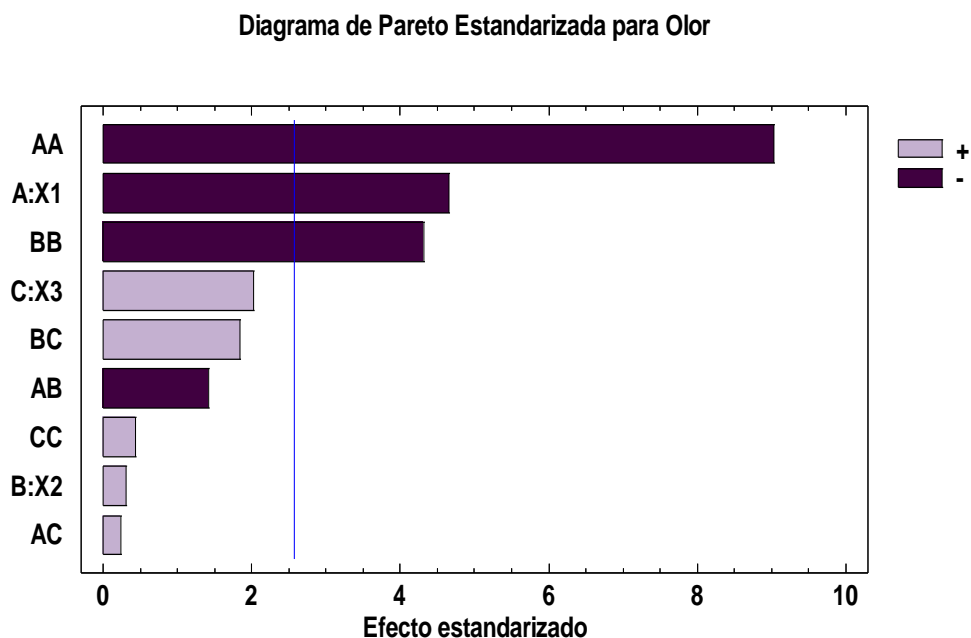


Figura 16. Diagrama de Pareto para los efectos de la aceptabilidad del olor de la mermelada

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Statgraphics C XVI

Es decir que los coeficientes del modelo de regresión que resultaron con p-valor < 0,05 demuestran su influencia en la variabilidad de la respuesta hedónica del olor, que es el efecto cuadrático de la proporción de pasta de aceituna, su efecto lineal y el efecto cuadrático de la concentración de la pectina.

El modelo de predicción de la aceptabilidad del olor de la mermelada es:

$$\begin{aligned} \text{Olor} = & -11,2771 + 0,705458*X1 + 15,6708*X2 - 2,14792*X3 - 0,00713333*X1^2 \\ & - 0,1075*X1*X2 + 0,00875*X1*X3 - 34,0833*X2^2 + 7,0*X2*X3 + \\ & 0,854167*X3^2 \end{aligned}$$

Los valores numéricos o coeficientes indican que por cada punto porcentual de incremento en el porcentaje de pasta de aceituna se espera una disminución de la aceptabilidad en 0,00713. Del análisis del modelo cuadrático completo aplicado a la aceptabilidad del olor (Anexo 4) según la prueba F (p valor = 0,005 <0,05) resultó significativa, con falta de ajuste del modelo (p valor = 0,236 ≥0,05) no significativo, es decir no hay necesidad de excluir aquellos coeficientes no significativos a fin de mejorar la significancia, además que por principio jerárquico no es recomendable eliminar los efectos principales y porque la exclusión de los otros

coeficientes provocaría la disminución del valor  $R^2$ . Considerando al valor de coeficiente de determinación múltiple ( $R^2$ ) de 96,25 % valor muy cercano a 100 %; estos resultados obtenidos permiten afirmar que el modelo cuadrático obtenido puede ser estadísticamente significativo para evidenciar la importancia de las variables de proceso como es la proporción de pasta de aceituna y la pectina. Por tanto, la ecuación hallada, sirve para estimar la aceptabilidad del olor promedio esperado siendo esa estimación más precisa en la medida que los valores de estimación “Xi” estén dentro del intervalo de los valores con los que se hizo la estimación.

En la Figura 17, se muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo cuadrático completo que muestra la tendencia en la variación de la aceptabilidad del olor en función de las variables independientes proporción de pasta de aceituna y concentración de pectina (%), donde la región de máxima respuesta (en anaranjado) con un valor estimado de 6,9 a niveles medios de proporción de pasta de aceituna (46 a 50 g pasta de aceituna/ 100 g mezcla) y pectina (0,17 % a 0,18 %) que categoriza a la aceptabilidad del olor de la mermelada entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”, y resultando además la menor aceptabilidad de 5,7 a nivel mínimo de pasta de aceituna categoriza a la aceptabilidad entre “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta algo”.

Design-Expert® Software  
Trial Version  
Factor Coding: Actual

Olor  
● Design Points  
5,38 7

X1 = A: X1: Pasta de aceituna negra (g/100 g)  
X2 = B: X2: Pectina (%)

Actual Factor  
C: X3: Ácido cítrico (%) = 0,5

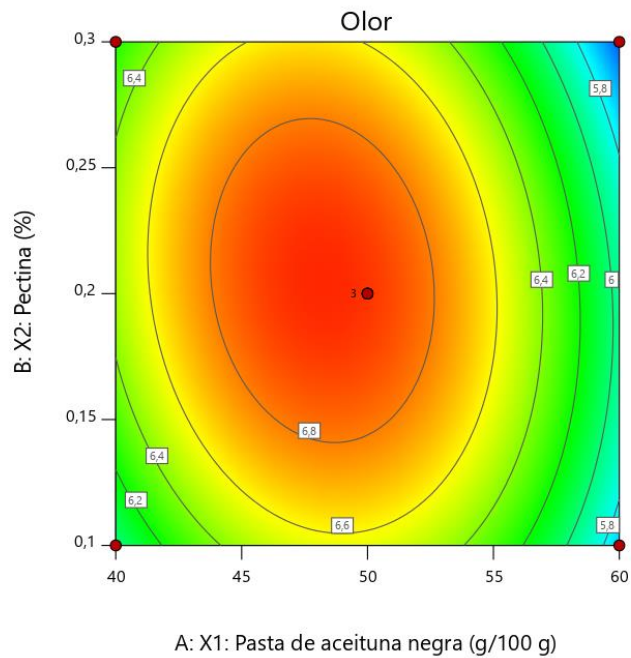


Figura 17. Curvas de nivel para la aceptabilidad del olor de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

Asimismo en la Figura 18 se muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo completo para el efecto combinado de la proporción de pasta de aceituna/mezcla y el ácido cítrico; graficando la variación de la aceptabilidad del olor por parte de los panelistas, evidenciándose una preferencia cuanto mayor es la concentración del ácido cítrico. En dichas curvas de nivel se muestra la región de máxima respuesta (en rojo) con un valor estimado de 7,0 a niveles medios de pasta de aceituna y pectina que

categoriza a la aceptabilidad del olor. Es decir que para elaborar mermeladas con categoría de “me gusta bastante”, se utilizaría pasta de aceituna en un rango de entre 45 a 52 g pasta aceituna/100 g mezcla, pero con la máxima concentración de ácido cítrico 0,70 %.

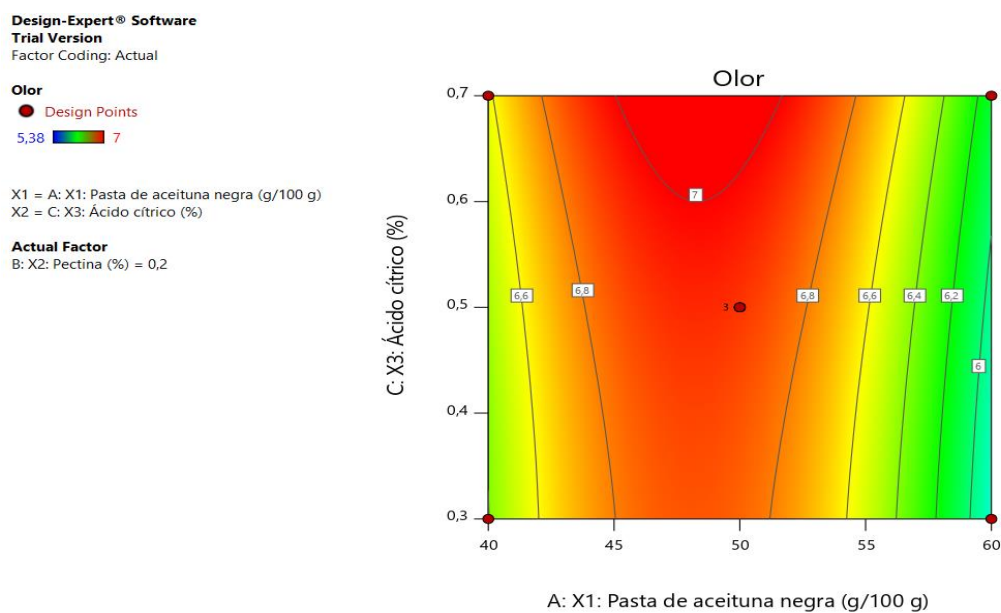


Figura 18. Curvas de nivel para la aceptabilidad del olor de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico a un nivel constante de 0,20 % de pectina.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

### 5.1.1.3 Consistencia

Según la gráfica de Pareto (Figura 19) se identificaron los efectos de los coeficientes del modelo que influyen en la aceptabilidad de la consistencia de la mermelada, como son el efecto cuadrático de la proporción de pasta de aceituna/mezcla, su efecto lineal y el efecto cuadrático de la concentración de la pectina, pues estos coeficientes del

modelo de regresión obtuvieron un p-valor < 0,05 demostrando su influencia en la variabilidad de la respuesta hedónica de la consistencia

Diagrama de Pareto Estandarizada para Consistencia

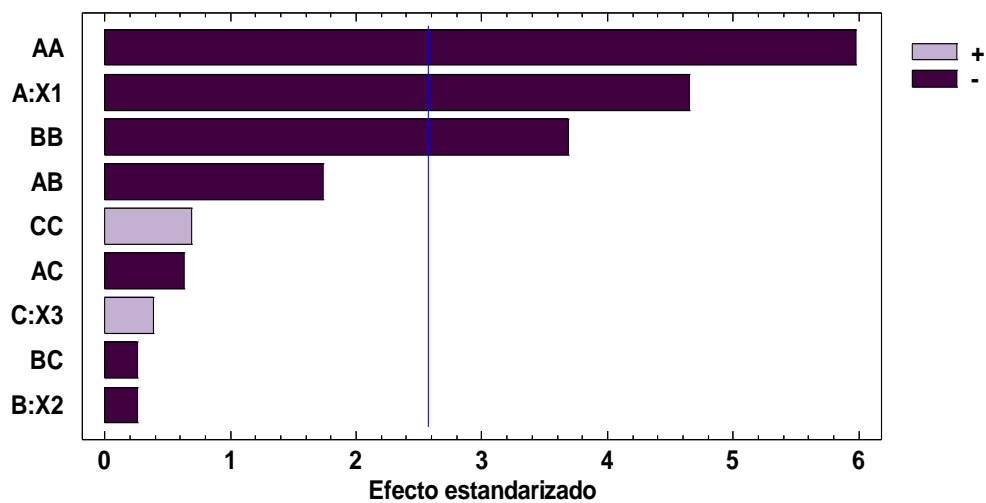


Figura 19. Diagrama de Pareto para los efectos de la aceptabilidad de la consistencia de la mermelada  
Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Statgraphics C XVI

El modelo de predicción de la aceptabilidad de la consistencia de la mermelada es:

$$\begin{aligned} \text{Consistencia} = & -22,911 + 1,09429*X1 + 41,9542*X2 + 0,285417*X3 - \\ & 0,0106417*X1^2 - 0,2975*X1*X2 - 0,05375*X1*X3 - 65,6667*X2^2 - \\ & 2,25*X2*X3 + 3,08333*X3^2 \end{aligned}$$

Los valores numéricos o coeficientes indican que por cada punto porcentual de incremento en el porcentaje de pasta de aceituna se espera una disminución significativa de la aceptabilidad de la consistencia en

0,01064 por el efecto cuadrático de la pasta de aceituna. Del análisis del modelo cuadrático completo aplicado a la aceptabilidad de la consistencia (Anexo 5) la prueba F ( $p$  valor = 0,016 < 0,05) resultó significativa, con falta de ajuste ( $p$  valor = 0,229  $\geq$  0,05) no significativo, es decir no hay necesidad de excluir aquellos coeficientes no significativos por mejorar la significancia del modelo, además su exclusión provocaría la disminución del valor  $R^2$ , probando que no es necesario ajustar el modelo hallado. Considerando al valor de coeficiente de determinación múltiple ( $R^2$ ) de 93,63 % valor muy cercano a 100 %; estos resultados obtenidos permiten afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo para explicar la relación entre las variables de proceso como las variable consistencia. Por tanto, dicha ecuación sirve para estimar la aceptabilidad de la consistencia para cualquier valor de pasta de aceituna, pectina o ácido cítrico, pero esa estimación será más precisa cuando X esté dentro del intervalo de los valores de estudio. La Figura 20 de diagrama de curvas de nivel del modelo cuadrático completo, muestra la tendencia en la variación de la aceptabilidad de la consistencia en función de las variables independientes proporción de pasta de aceituna y concentración de pectina (%), donde la región de máxima respuesta (en anaranjado) con un valor estimado de 7,4 a niveles medios de pasta de aceituna (46,5 a 48 g pasta de aceituna/100 g de mezcla) y pectina (0,19 % a 0,21 %) que categoriza a la aceptabilidad

de la consistencia de la mermelada entre “me gusta bastante” y resultando además la menor aceptabilidad de 5,16 a nivel máximo de pasta de aceituna categoriza a la aceptabilidad entre “ni me gusta ni me disgusta”.

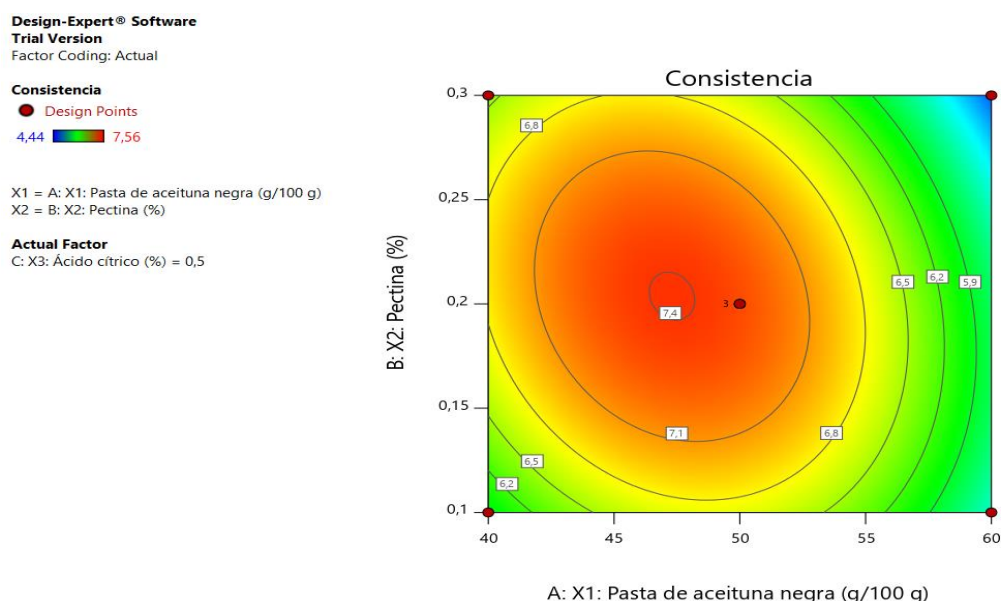


Figura 20. Curvas de nivel para la aceptabilidad de la consistencia de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

Asimismo en la Figura 21 se muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo completo para el efecto combinado de la proporción de pasta de aceituna y el ácido cítrico; graficando la variación de la aceptabilidad de la consistencia por parte de los panelistas, evidenciándose una tendencia a la preferencia del color cuando es mayor la concentración del ácido cítrico. Es decir que se puede elaborar mermeladas que pueden alcanzar aceptabilidades cercanas a la categoría de “me gusta bastante”, cuando se

utiliza pasta de aceituna en un rango de entre 45 al 50 g pasta aceituna/100 g mezcla con máxima concentración del ácido cítrico 0,70 %.

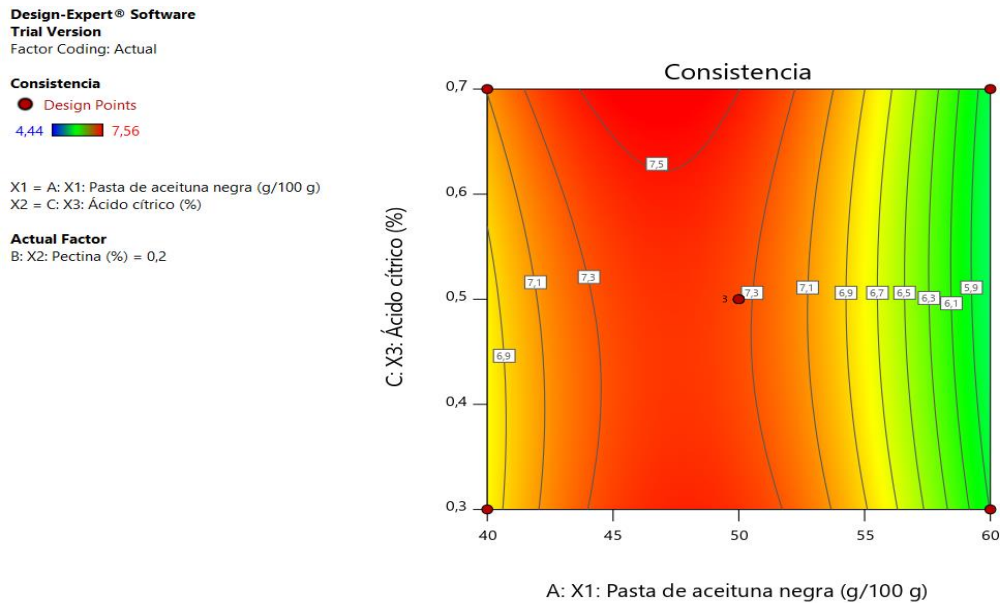


Figura 21. Curvas de nivel para la aceptabilidad de la consistencia de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico a un nivel constante de 0,20 % de pectina.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

#### 5.1.1.4 Sabor

Según la gráfica de Pareto (Figura 22) se identificaron los efectos de los coeficientes del modelo que influyen en la aceptabilidad del sabor de la mermelada. Dichos coeficientes del modelo de regresión con p-valor < 0,05 como son el efecto cuadrático de la proporción de pasta de aceituna, efecto lineal del ácido cítrico y su efecto de interacción entre la pasta de aceituna y el ácido cítrico, demostrando su influencia en la variabilidad de la respuesta hedónica del sabor.

Diagrama de Pareto Estandarizada para Sabor

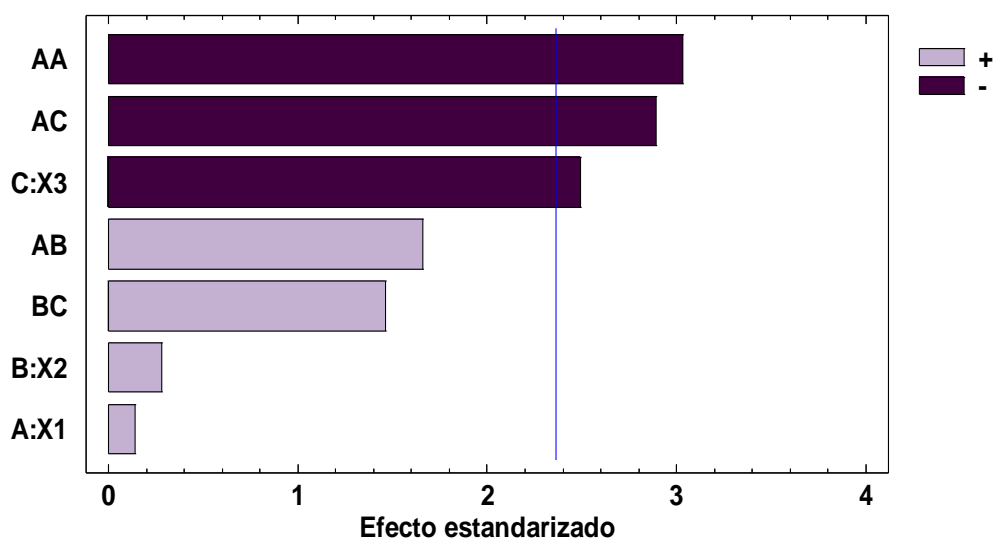


Figura 22. Diagrama de Pareto para los efectos de la aceptabilidad del sabor de la mermelada  
 Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Statgraphics C XVI

El modelo de predicción de la aceptabilidad del sabor de la mermelada es:

$$\text{Sabor} = -6,4925 + 0,53275 \cdot X_1 - 17,7 \cdot X_2 + 7,35 \cdot X_3 - 0,004725 \cdot X_1^2 + 0,25 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,2175 \cdot X_1 \cdot X_3 + 11,0 \cdot X_2 \cdot X_3$$

Los valores numéricos o coeficientes indican que por cada punto porcentual de incremento en el porcentaje de pasta de aceituna se espera una disminución de la aceptabilidad en 0,0047 por g pasta aceituna/100 g

mezcla. Del análisis del modelo cuadrático ajustado aplicado a la aceptabilidad del sabor (Anexo 6) según la prueba F (p valor = 0,041 < 0,05) resultó significativa, con falta de ajuste del modelo (p valor = 0,214  $\geq$  0,05) no significativo, es decir no hay necesidad de excluir aquellos coeficientes no significativos para mejorar la significancia del modelo, además por principio jerárquico no es recomendable eliminar los efectos principales y porque la exclusión de los otros coeficientes provocaría la disminución del valor  $R^2$ . Considerando al valor de coeficiente de determinación múltiple ( $R^2$ ) de 80,44 % valor muy cercano a 100 %; estos resultados obtenidos permiten afirmar que el modelo cuadrático obtenido puede ser estadísticamente significativo para evidenciar la importancia de la variable de proceso como es la proporción de pasta de aceituna. Por tanto, la ecuación hallada, sirve para estimar la aceptabilidad del sabor esperado para cualquier valor de pasta de aceituna, pectina o ácido cítrico, indicando que esa estimación será precisa en la medida que las “Xi” estén dentro del intervalo de los rangos de estudio.

En la Figura 23, se muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo cuadrático ajustado que muestra la tendencia de la aceptabilidad del sabor en función al efecto combinado de la proporción de pasta de aceituna y concentración de pectina (%), donde la región de máxima respuesta (en

amarillo) presenta un valor estimado de 6,6 a niveles de pasta de aceituna entre 48 a 56 g/100 g de mezcla y máxima concentración de pectina que categoriza a la aceptabilidad del sabor de la mermelada entre “me gusta bastante” y “me gusta mucho”, y la menor aceptabilidad de 6,02 a nivel mínimo de pasta de aceituna categoriza a la aceptabilidad entre “ni me gusta ni me disgusta” y “me gusta algo”.

Design-Expert® Software  
 Trial Version  
 Factor Coding: Actual

Sabor

● Design Points  
 5,63 7,06

X1 = A: X1: Pasta de aceituna negra (g/100 g)  
 X2 = B: X2: Pectina (%)

Actual Factor

C: X3: Ácido cítrico (%) = 0,5

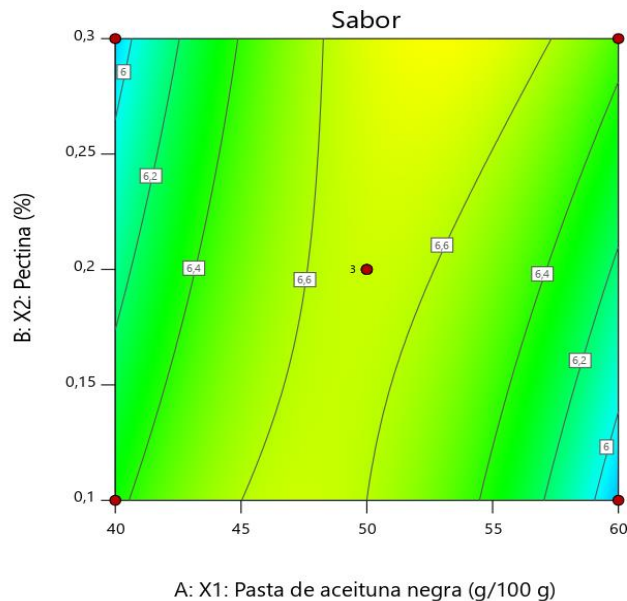


Figura 23. Curvas de nivel para la aceptabilidad del sabor de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

Asimismo en la Figura 24 se muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo completo para el efecto combinado de la proporción de pasta de aceituna y el ácido cítrico; graficando la variación de la aceptabilidad del

sabor por parte de los panelistas, evidenciándose una tendencia a la preferencia del sabor cuando es menor la concentración de ácido cítrico. Es decir que se puede elaborar mermeladas con aceptabilidades cercanas a la categoría de “me gusta”, cuando se utiliza pasta de aceituna en un rango de entre 52 al 60 g de pasta aceituna/100 g mezcla con la mínima concentración del ácido cítrico 0,70 %.

Design-Expert® Software  
 Trial Version  
 Factor Coding: Actual

**Sabor**  
 ● Design Points  
 5,63 7,06

X1 = A: X1: Pasta de aceituna negra (g/100 g)  
 X2 = C: X3: Ácido cítrico (%)

**Actual Factor**  
 B: X2: Pectina (%) = 0,2

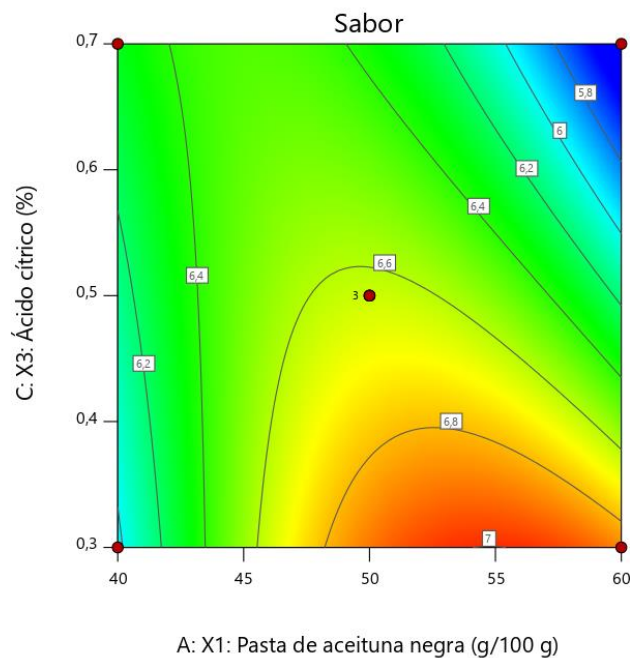


Figura 24. Curvas de nivel para la aceptabilidad del sabor de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico a un nivel constante de 0,20 % de pectina.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

### 5.1.1.5 Apariencia

Según la gráfica de Pareto (Figura 25) se identificaron los efectos de los coeficientes del modelo que influyen en la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada como son el efecto cuadrático de la proporción de pasta de aceituna, su efecto lineal y el efecto cuadrático de la concentración de la pectina. Ya que estos coeficientes del modelo de regresión obtuvieron un p-valor  $< 0,05$ ; demostrando su influencia en la variación de la respuesta hedónica de la apariencia.

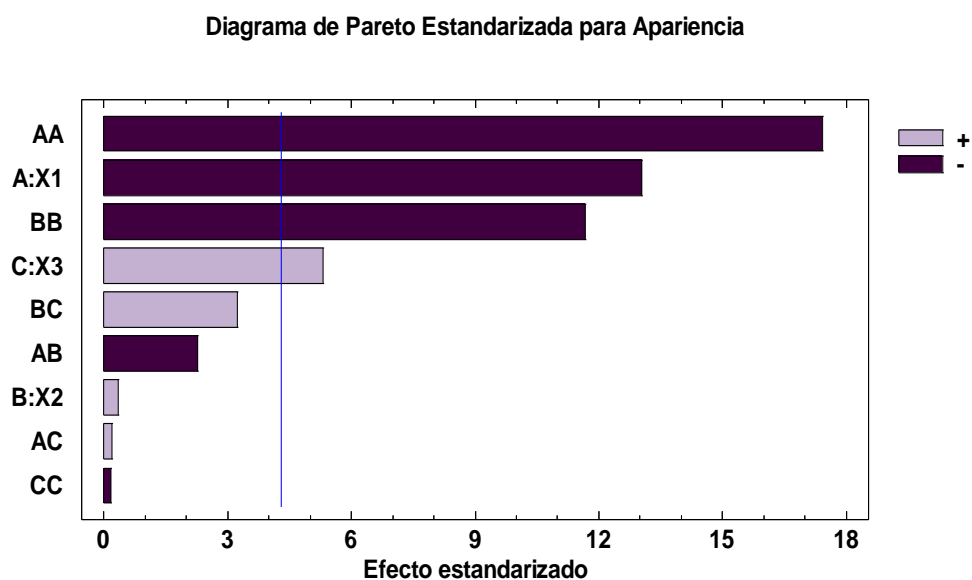


Figura 25. Diagrama de Pareto para los efectos de aceptabilidad de la apariencia de la mermelada  
Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Statgraphics C XVI

El modelo de predicción de la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada es:

$$\begin{aligned} \text{Apariencia} = & -22,1878 + 1,10387*X1 + 32,6625*X2 - 0,88125*X3 - \\ & 0,0113625*X1^2 - 0,1425*X1*X2 + 0,00625*X1*X3 - 76,125*X2^2 + \\ & 10,125*X2*X3 - 0,28125*X3^2 \end{aligned}$$

Los valores numéricos o coeficientes indican que por cada punto porcentual de incremento en el porcentaje de pasta de aceituna se espera una disminución de la aceptabilidad en 0,01136 por cada g de pasta de aceituna. Del análisis del modelo cuadrático completo aplicado a la aceptabilidad de la apariencia (Anexo 7) según la prueba F (p valor = 0,019 <0,05) resultó significativa, con falta de ajuste del modelo (p valor = 0,065  $\geq$ 0,05) no significativo, es decir no hay necesidad de excluir aquellos coeficientes no significativos a fin de mejorar la significancia, además que por principio jerárquico no es recomendable eliminar los efectos principales y porque la exclusión de los otros coeficientes provocaría la disminución del valor R<sup>2</sup>. Considerando al valor de coeficiente de determinación múltiple (R<sup>2</sup>) de 93,19 % valor muy cercano a 100 %; estos resultados obtenidos permiten afirmar que el modelo obtenido puede ser estadísticamente significativo para evidenciar la importancia de la variable de proceso como

es la proporción de pasta de aceituna. Por tanto, la ecuación hallada, sirve para estimar la aceptabilidad de la apariencia promedio para cualquier valor de pasta de aceituna, pectina o ácido cítrico, indicando que esa estimación será más precisa en la medida que las Xs estén dentro del intervalo de los valores con los que se hizo la estimación. La Figura 26 del diagrama de curvas de nivel del modelo cuadrático completo que muestra la tendencia en la variación de la aceptabilidad de la apariencia en función de las variables proporción de pasta de aceituna y concentración de pectina (%).

Design-Expert® Software  
Trial Version  
Factor Coding: Actual

**Apariencia**

● Design Points  
4,5 7,44

X1 = A: X1: Pasta de aceituna negra (g/100 g)  
X2 = B: X2: Pectina (%)

**Actual Factor**

C: X3: Ácido cítrico (%) = 0,5

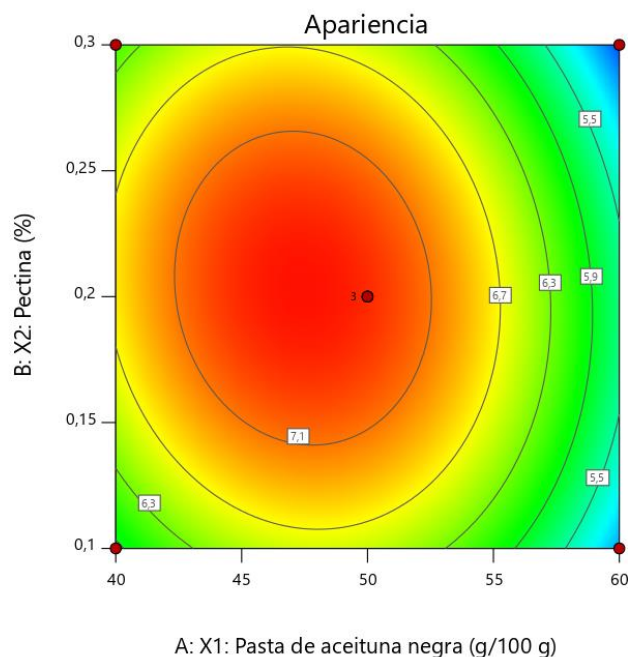


Figura 26. Curvas de nivel para la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

En la región de máxima respuesta (en anaranjado) con un valor estimado de 7,3 a rango de 44,5 a 50,5 g pasta aceituna/100 g mezcla y 0,17 % a 0,24 % de pectina que produce una mermelada con categoría de la apariencia entre “me gusta bastante”, mientras que la menor aceptabilidad es de menos de 5,3 que categoriza a la aceptabilidad en “ni me gusta ni me disgusta” que se obtiene cuando la mermelada se elabora con máximos niveles de proporción de pasta de aceituna.

En la Figura 27 se muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo completo para el efecto combinado de la aceituna y la acidez; graficando la variación de la aceptabilidad de la apariencia por parte de los panelistas, evidenciándose una tendencia a la preferencia de la apariencia cuando es mayor la concentración de acidez. Es decir que se puede elaborar mermeladas con aceptabilidades de la apariencia de más de 7,5 es decir en categoría de “me gusta bastante”, cuando se utiliza pasta de aceituna en un rango de entre 44,5 a 51,0 g/100 g pasta aceituna/100 g mezcla con la máxima concentración de ácido cítrico 0,70 %, mientras que a concentraciones máximas de aceituna la aceptabilidad disminuye a por debajo de 5,5 es decir cercano a la calificación “ni me gusta ni me disgusta”.

Design-Expert® Software  
Trial Version  
Factor Coding: Actual

**Apariencia**  
● Design Points  
4,5 7,44

X1 = A: X1: Pasta de aceituna negra (g/100 g)  
X2 = C: X3: Ácido cítrico (%)

**Actual Factor**  
B: X2: Pectina (%) = 0,2

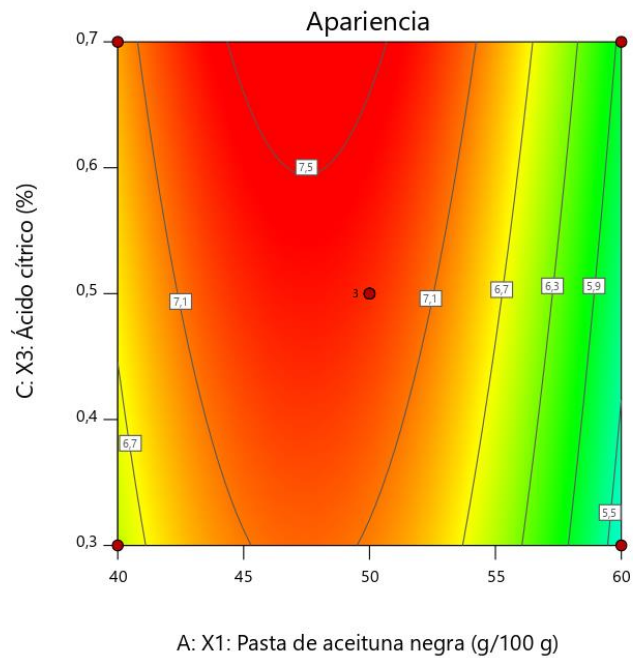


Figura 27. Curvas de nivel para la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico a un nivel constante de 0,20 % de pectina.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

### 5.1.2 Influencia sobre las características fisicoquímicas de la mermelada

Los 15 tratamientos se analizaron en sus características fisicoquímicas luego de 3 días de elaborados y los resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados del efecto de las variables independientes sobre las características fisicoquímicas de la mermelada

Tratamientos	X1: Aceituna negra <i>g pasta de aceituna</i> <i>100 g de mezcla</i>	X2: Pectina (%)	X3: Ácido cítrico (%)	pH	Índice peróxidos (mg/kg)
1	40	0,1	0,5	2,54	27
2	60	0,1	0,5	3,01	42
3	40	0,3	0,5	2,59	21
4	60	0,3	0,5	3,08	18
5	40	0,2	0,3	2,76	18
6	60	0,2	0,3	3,07	16
7	40	0,2	0,7	2,92	22
8	60	0,2	0,7	2,72	30
9	50	0,1	0,3	3,02	22
10	50	0,3	0,3	3,02	28
11	50	0,1	0,7	2,68	23
12	50	0,3	0,7	2,68	32
13	50	0,2	0,5	2,68	26
14	50	0,2	0,5	2,68	25
15	50	0,2	0,5	2,7	27

Fuente: elaboración propia (2017)

### 5.1.2.1 pH

En la gráfica de Pareto (Figura 28) no se identificaron efectos significativos por parte de los coeficientes del modelo que pudieran influir en la variabilidad del pH final de la mermelada. Pues los coeficientes del modelo de regresión no registran valores del p-valor menores a 0,05;

demostrando la ausencia de influencia en la variabilidad del pH de la mermelada. Aunque el factor de mayor efecto es la proporción de pasta de aceituna.

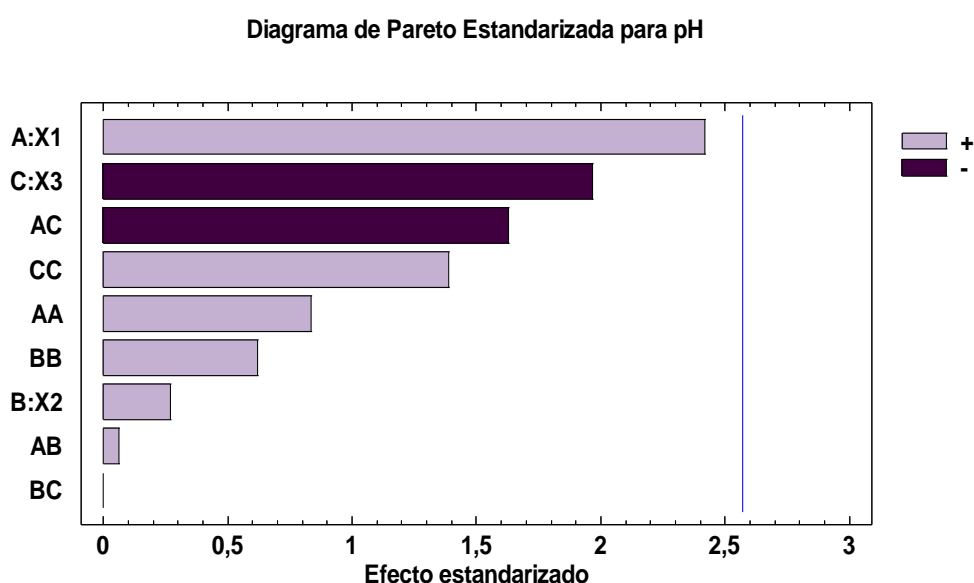


Figura 28. Diagrama de Pareto para los efectos del pH de la mermelada  
Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Statgraphics C XVI

El modelo de predicción del pH de la mermelada es:

$$\text{pH} = 3,32135 - 0,0236667 \cdot X_1 - 2,11667 \cdot X_2 - 0,179167 \cdot X_3 + 0,000679167 \cdot X_1^2 + 0,005 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,06375 \cdot X_1 \cdot X_3 + 5,04167 \cdot X_2^2 + 0,0 \cdot X_2 \cdot X_3 + 2,82292 \cdot X_3^2$$

Los coeficientes indican que por cada punto porcentual de incremento en el porcentaje de pasta de aceituna se espera una disminución del pH en 0,0236 por g pasta aceituna/100 g mezcla. Del análisis del modelo cuadrático completo aplicado al pH (Anexo 8) según la prueba F (p valor =

0,295 >0,05) resultó no significativa, aunque el grado de falta de ajuste del modelo ( $p$  valor = 0,003 <0,05) resultó significativo, es decir que bien podría excluirse aquellos coeficientes no significativos a fin de mejorar la significancia, pero por principio jerárquico no es recomendable eliminar los efectos principales y porque la exclusión de los otros coeficientes provocaría la disminución del valor  $R^2$  y por tanto no fue necesario ajustar el modelo hallado. Considerando al valor de coeficiente de determinación múltiple ( $R^2$ ) de 75,14 % valor cercano a 100 %; estos resultados obtenidos permiten afirmar que el modelo obtenido puede ser estadísticamente significativo para evidenciar la importancia de la variable de proceso como es la proporción de pasta de aceituna. Por tanto, la ecuación hallada, sirve para estimar la aceptabilidad del pH promedio esperada para cualquier valor de pasta de aceituna, pectina o ácido cítrico, indicando que esa estimación será más precisa en la medida que X esté dentro del intervalo de los valores con los que se hizo la estimación.

En la Figura 29, se muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo cuadrático completo que muestra la tendencia en la variación de la aceptabilidad del pH en función de las variables independientes proporción de pasta de aceituna y concentración de pectina (%), donde la región de

máxima respuesta (en anaranjado) con un valor estimado de 2,9 a niveles máximos de pasta de aceituna y pectina.

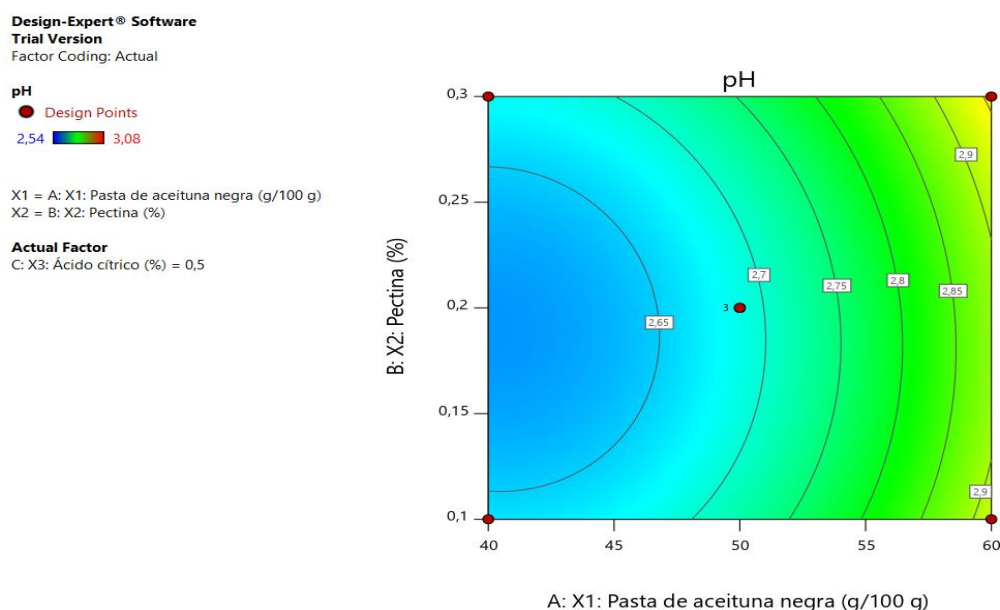


Figura 29. Curvas de nivel para el pH de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

En la Figura 30 se muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo completo para el efecto combinado de la proporción de pasta de aceituna/mezcla y el ácido cítrico sobre la variación del pH, evidenciándose una tendencia a obtener valores muy elevados de pH (3,08) cuando la mermelada se elabora con mayor proporción de pasta de aceituna pero con la menor la concentración de ácido cítrico, mientras que la región de menores valores de pH cuando se elabora a no más de 48,5 g de pasta aceituna/ 100 g de mezcla y en rango de ácido cítrico de 0,41 a 0,59 %.

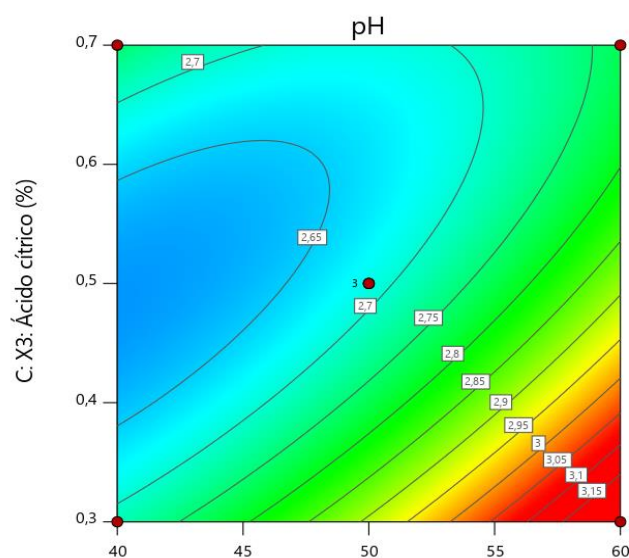
Pero en general se puede corroborar que la variación no es mayor a la unidad, además los resultados estadísticos demostraron que los factores de proceso no alteran significativamente el valor de pH de la mermelada.

Design-Expert® Software  
Trial Version  
Factor Coding: Actual

pH  
● Design Points  
2,54 3,08

X1 = A: X1: Pasta de aceituna negra (g/100 g)  
X2 = C: X3: Ácido cítrico (%)

Actual Factor  
B: X2: Pectina (%) = 0,2



A: X1: Pasta de aceituna negra (g/100 g)

Figura 30. Curvas de nivel para el pH de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico a un nivel constante de 0,20 % de pectina.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

### 5.1.2.2 Índice de peróxidos

Según la gráfica de Pareto (Figura 31) no se identificaron influencia significativos por parte de los coeficientes del modelo para el índice de peróxidos de la mermelada. Ya que los coeficientes del modelo de regresión no registran valores del p-valor menores a 0,05; demostrando la ausencia de influencia de los factores de proceso sobre la variabilidad de

índice de peróxidos. Pero se puede afirmar que el factor que aporta influencia es el efecto combinado de la proporción de pasta de aceituna.

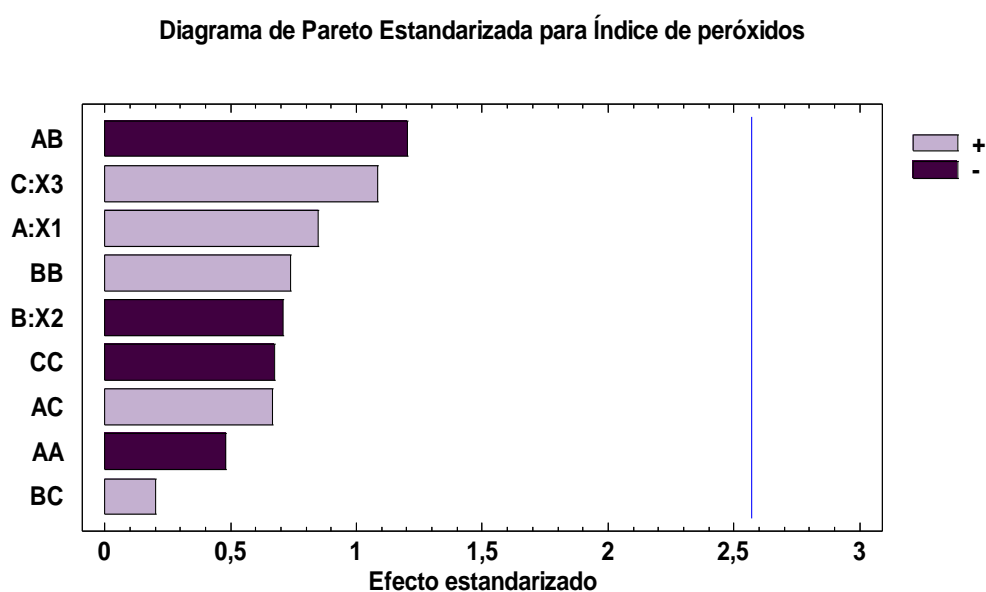


Figura 31. Diagrama de Pareto para los efectos del índice de peróxidos de la mermelada

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Statgraphics C XVI

El modelo de predicción del índice de peróxidos de la mermelada es:

$$\begin{aligned} \text{Índice de peróxidos} = & -50,4688 + 2,375*X1 + 72,5*X2 + 10,0*X3 - 0,01875*X1^2 \\ & - 4,5*X1*X2 + 1,25*X1*X3 + 287,5*X2^2 + 37,5*X2*X3 - 65,625*X3^2 \end{aligned}$$

Los coeficientes indican que por cada punto porcentual de incremento en el porcentaje de pasta de aceituna se espera una disminución del índice de peróxidos en 45 por g de proporción de pasta de aceituna. Del análisis del modelo cuadrático completo aplicado a la relación con el índice de

peróxidos IP (Anexo 9) según la prueba F ( $p$  valor = 0,744  $>0,05$ ) no resultó significativa, aunque el grado de falta de ajuste del modelo ( $p$  valor = 0,011  $<0,05$ ) también resultó significativo, es decir que podría excluirse aquellos coeficientes no significativos a fin de mejorar la significancia del modelo sin embargo el principio jerárquico no recomienda eliminar los efectos principales, además la exclusión de los otros coeficientes provocaría la disminución del valor  $R^2$  y por ello no fue necesario ajustar el modelo hallado. Considerando que el valor de coeficiente de determinación múltiple ( $R^2$ ) de 53,03 % no es muy cercano a 100 %; estos resultados obtenidos permiten afirmar que el modelo obtenido no es estadísticamente significativo para evidenciar la importancia de la variable de proceso como factores responsables de la variabilidad de los índices de peróxido. Por tanto, la ecuación hallada, no es útil para estimar el índice de peróxidos promedio esperado para cualquier valor de pasta de aceituna, pectina o ácido cítrico.

Sin embargo en la Figura 32, se construyó el diagrama de curvas de nivel del modelo cuadrático completo para mostrar la tendencia en la variación de la función de las variables independientes proporción de pasta de aceituna y concentración de pectina (%), donde la región de máxima respuesta (en anaranjado) con un valor estimado de 34 meq/kg de

mermelada de aceituna. En dichas curvas de nivel se muestra la región de máxima respuesta (en amarillo) con un valor estimado de 34 meq/kg que se registra cuando la mermelada se elabora con niveles máximo de pasta de aceituna y mínima concentración de pectina, mientras que valores inferiores de IP son aquellas regiones en color celeste, donde la preferencia es con bajos niveles de aceituna con un rango de 0,10 % a 0,25 % de pectina, o bien si es máxima la proporción de pasta de aceituna/mezcla debe ser también con más del 0,25 % de pectina.

Design-Expert® Software  
 Trial Version  
 Factor Coding: Actual

Índice de peróxidos (mg/kg)

● Design Points

16 42

X1 = A: X1: Pasta de aceituna negra (g/100 g)

X2 = B: X2: Pectina (%)

Actual Factor

C: X3: Ácido cítrico (%) = 0,5

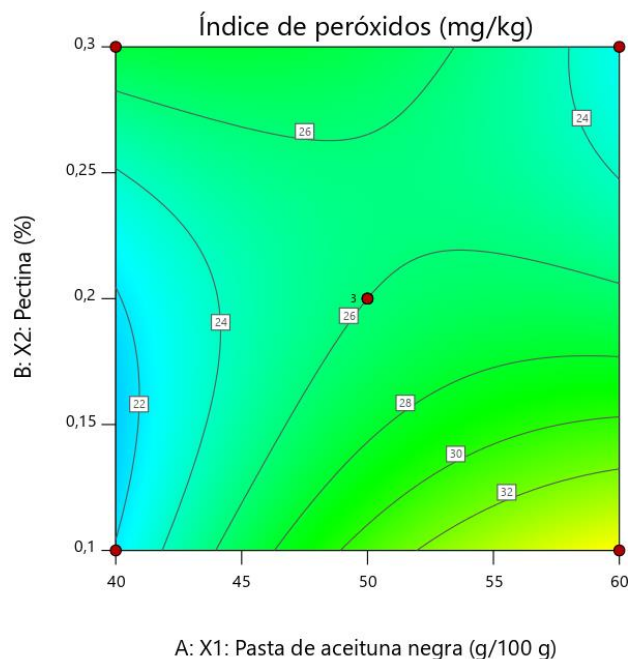


Figura 32. Curvas de nivel para el índice de peróxidos de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

Asimismo en la Figura 33 se muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo completo para el efecto combinado de la pasta de aceituna y el ácido cítrico; graficando la variación del índice de peróxido, evidenciándose níveles muy elevados. Es decir que se puede elaborar mermeladas que registren valores menores de peróxidos si se elabora con la menor proporción de pasta de aceituna y/o menor concentración de ácido cítrico pero no ambos factores en sus máximos valores pues hay tendencia de que el IP se incremente. Por tanto se puede afirmar que con los resultados estadísticos obtenidos, que los factores de proceso no alteran significativamente el índice de peróxidos de la mermelada.

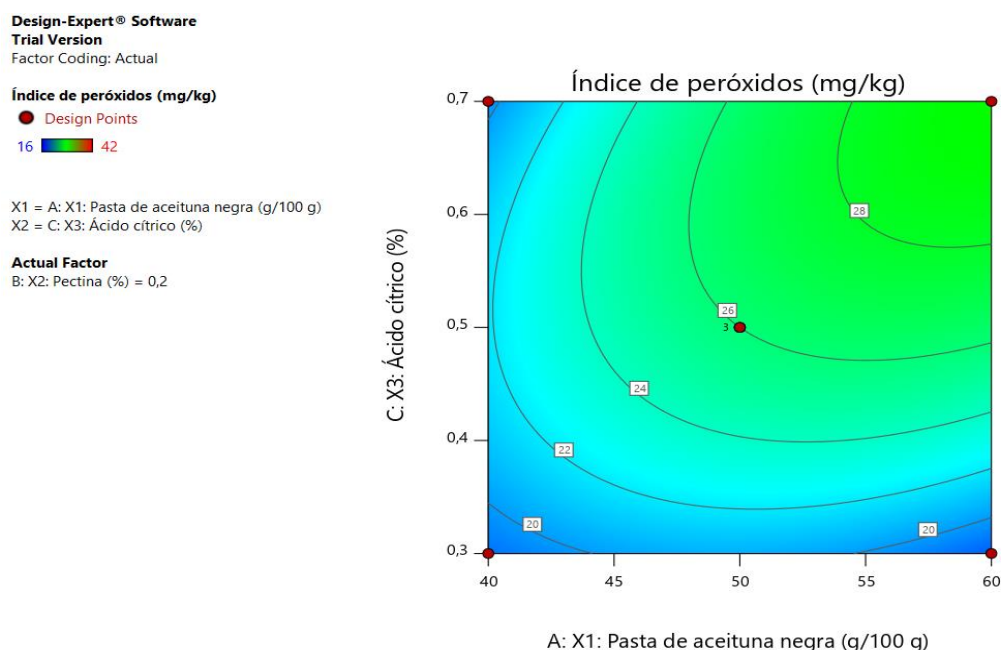


Figura 33. Curvas de nivel para el índice de peróxidos de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y acidez a un nivel constante de 0,20 % de pectina.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

### 5.1.3 Influencia sobre las características reológicas de la mermelada

La lectura de la viscosidad aparente fue a 6 rpm, mientras que el esfuerzo de corte, velocidad de corte y torque de cada formulación se realizó a 30°C (Anexo 12) en forma directa y a diferentes velocidades de rotación (0,6; 1,5; 3; 6 y 12 rpm), con la finalidad de obtener suficientes datos para realizar los reogramas por cada muestra y así determinar el índice de consistencia (k). Los 15 tratamientos se analizaron luego de 4 días de elaborados y los resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados del efecto de las variables independientes sobre las características reológicas de la mermelada

Tratamientos	X1: Aceituna negra <i>g pasta de aceituna</i> <i>100 g de mezcla</i>	X2: Pectina (%)	X3: Ácido cítrico (%)	Viscosidad (cP)	Coficiente. (Pa.s <sup>n</sup> )
1	40	0,1	0,5	20 500	16,60
2	60	0,1	0,5	78 000	78,06
3	40	0,3	0,5	22 500	18,36
4	60	0,3	0,5	66 500	59,76
5	40	0,2	0,3	23 500	18,65
6	60	0,2	0,3	78 400	65,75
7	40	0,2	0,7	20 800	16,67
8	60	0,2	0,7	61 100	52,05
9	50	0,1	0,3	21 500	18,63
10	50	0,3	0,3	29 900	25,23
11	50	0,1	0,7	23 900	18,94
12	50	0,3	0,7	25 100	21,63
13	50	0,2	0,5	15 000	13,23
14	50	0,2	0,5	23 200	19,90
15	50	0,2	0,5	24 900	20,89

Fuente: elaboración propia (2017)

### 5.1.3.1 Viscosidad

Según la gráfica de Pareto (Figura 34) se identificaron los efectos significativos de los coeficientes del modelo que explican la variabilidad de la viscosidad de la mermelada, como es en el efecto lineal de la proporción de pasta de aceituna/mezcla y su efecto cuadrático. Observándose que dichos coeficientes de regresión tienen un p-valor menor a 0,05; demostrando su influencia en la viscosidad.

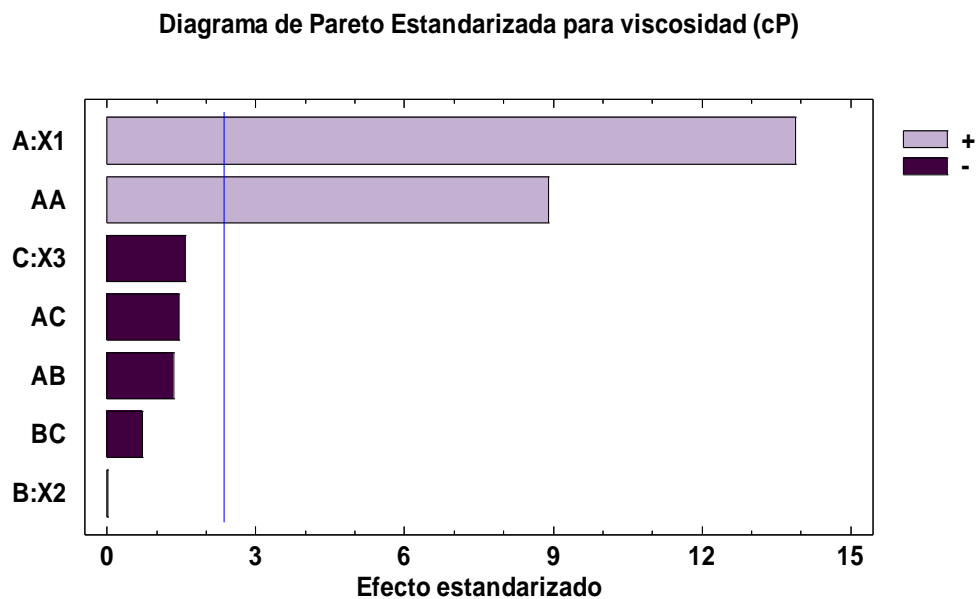


Figura 34. Diagrama de Pareto para los efectos de la viscosidad de la mermelada

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Statgraphics C. XVI

El modelo de predicción de la viscosidad de la mermelada es:

$$\begin{aligned} \text{Viscosidad (cP)} = & 420143, - 19299,6*X1 + 114042,*X2 + 55979,2*X3 + \\ & 233,458*X1^2 - 3375,0*X1*X2 - 1825,0*X1*X3 + 249583,*X2^2 - \\ & 90000,0*X2*X3 + 39270,8*X3^2 \end{aligned}$$

Los coeficientes indican que por cada punto porcentual de incremento en el porcentaje de pasta de aceituna se espera una disminución de la aceptabilidad en 19 299 por g pasta aceituna/100 g mezcla. Del análisis del modelo cuadrático completo aplicado a la viscosidad (Anexo 10) según la prueba F ( $p$  valor = 0,001 <0,05) resultó significativa, aunque el grado de falta de ajuste del modelo ( $p$  valor = 0,518 >0,05) no resultó significativo, es decir que no hay necesidad de excluir aquellos coeficientes no significativos a fin de mejorar la significancia, pero por principio jerárquico no es recomendable eliminar los efectos principales y porque la exclusión de los otros coeficientes provocó la disminución del valor  $R^2$  probando que no fue necesario ajustar el modelo hallado. Considerando al valor de coeficiente de determinación múltiple ( $R^2$ ) de 97,97 % valor muy cercano a 100 %; estos resultados obtenidos permiten afirmar que el modelo obtenido puede ser estadísticamente significativo para evidenciar la importancia de la variable de proceso como es la proporción de pasta de aceituna. Por tanto, la ecuación hallada, sirve para estimar la viscosidad promedio esperado para cualquier proporción de pasta de aceituna, pectina o ácido cítrico, indicando que esa estimación será más precisa en la medida que X esté dentro del intervalo de los valores con los que se hizo la estimación.

En la Figura 35, se muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo cuadrático completo que muestra la tendencia en la variación de la viscosidad en función de las variables independientes proporción de pasta de aceituna y concentración de pectina (%), donde la región de máxima respuesta (en anaranjado) con un valor estimado de 64 732 cP a niveles máximo de pasta de aceituna y mínimo de pectina mientras que la menor viscosidad estimada es de 14 530 cP que esta entre 43 y 46 g de pasta y entre 0,14 % a 0,20 % de pectina.

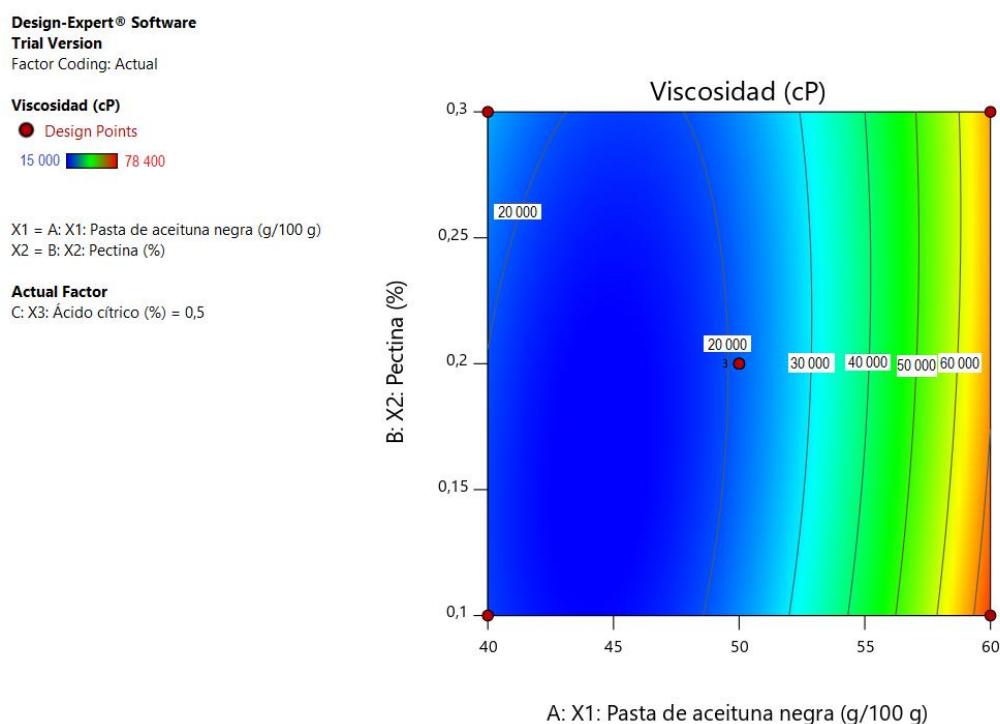


Figura 35. Curvas de nivel para la viscosidad de la mermelada bajo efecto de la de pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

Asimismo en la Figura 36 se muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo completo para el efecto combinado de la pasta de aceituna y el ácido cítrico sobre la variación de la viscosidad, evidenciándose que existe una tendencia a incrementar su valor cuando es mayor la concentración de pasta de aceituna, mientras que el ácido cítrico no manifiesta mayor variación. Por tanto se puede afirmar en base los resultados estadísticos obtenidos, que el factor de proceso como es la proporción de pasta de aceituna negra influye significativamente en la variabilidad de la viscosidad de la mermelada, alcanzando valores desde 15 000 a 70 000 cP.

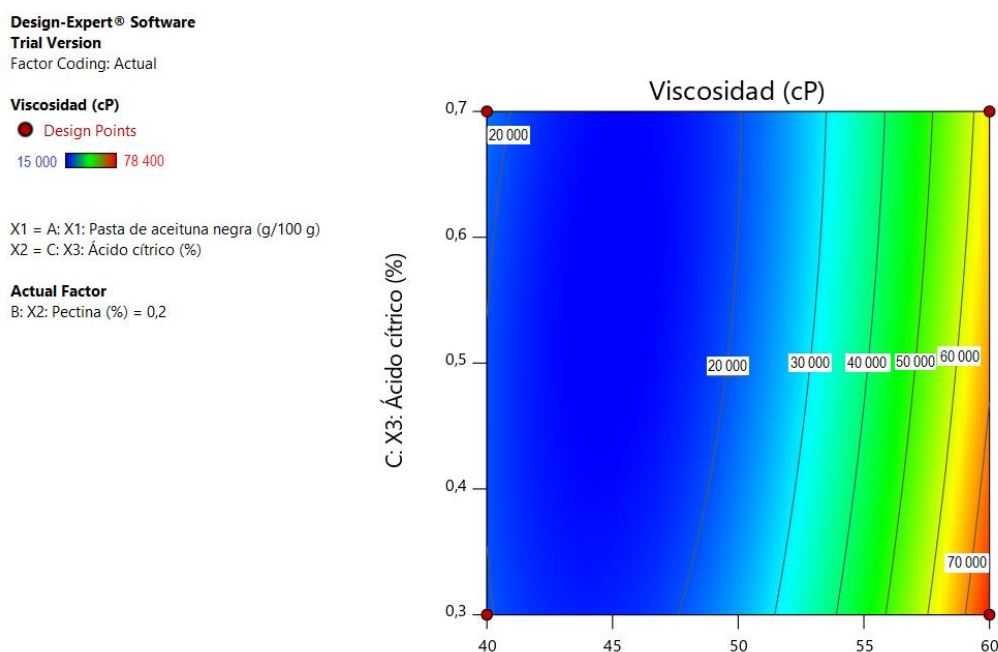


Figura 36. Curvas de nivel para la viscosidad de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico a un nivel constante de 0,20 % de pectina.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

### 5.1.3.2 Coeficiente de viscosidad

En la gráfica de Pareto (Figura 37) se identificaron los efectos significativos de los coeficientes del modelo sobre la variabilidad de la viscosidad de la mermelada, como es el efecto lineal de la proporción de pasta de aceituna seguido de su efecto cuadrático. Estos coeficientes del modelo de regresión obtuvieron un p-valor menor a 0,05; demostrando su influencia estadística sobre el coeficiente de viscosidad.

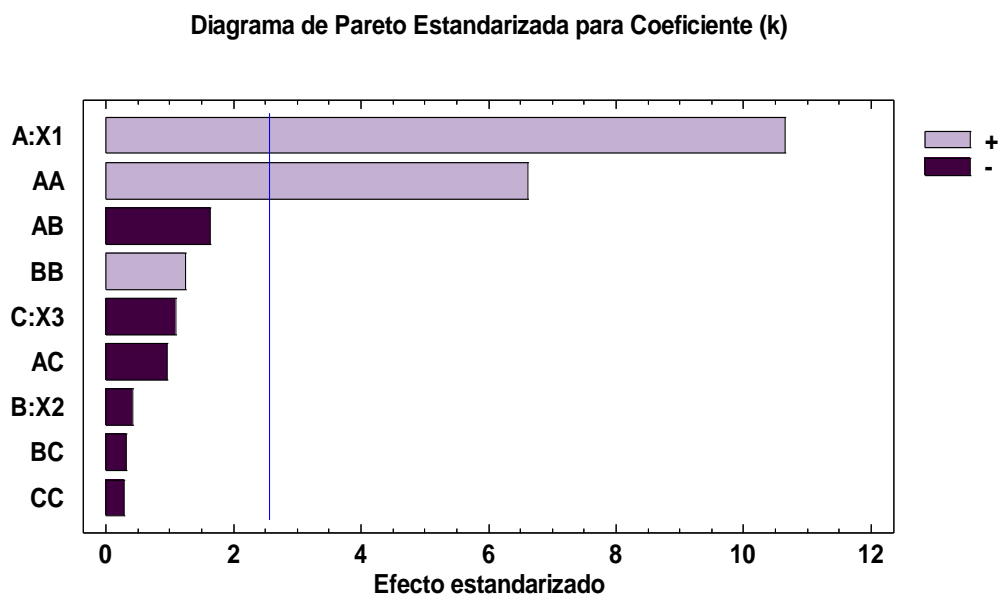


Figura 37. Diagrama de Pareto para los efectos del coeficiente de viscosidad de la mermelada

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Statgraphics C. XVI

El modelo de predicción del coeficiente de viscosidad de la mermelada es:

$$\begin{aligned} \text{Coeficiente (Pa.s}^n) = & 358,12 - 17,1282*X1 + 105,808*X2 + 93,8458*X3 + \\ & 0,211804*X1^2 - 5,015*X1*X2 - 1,465*X1*X3 + 400,792*X2^2 - \\ & 48,875*X2*X3 - 22,6771*X3^2 \end{aligned}$$

Los valores numéricos o coeficientes indican que por cada punto porcentual de incremento en el porcentaje de pasta de aceituna se espera un aumento del coeficiente en 17,12 por g pasta de aceituna/100 g mezcla. Del análisis del modelo cuadrático completo aplicado al coeficiente (Anexo 11) según la prueba F (p valor = 0,003 <0,05) resultó significativa, aunque el grado de falta de ajuste del modelo (p valor = 0,262 >0,05) también resultó no significativo, es decir que no es necesario excluir los coeficientes no significativos a fin de mejorar la significancia, pero por principio jerárquico no es recomendable eliminar los efectos principales y porque la exclusión de los otros coeficientes provocó la disminución del valor R<sup>2</sup> probando que no fue necesario ajustar el modelo hallado. Considerando al valor de coeficiente de determinación múltiple (R<sup>2</sup>) de 97,03 % valor muy cercano a 100 %; estos resultados obtenidos permiten afirmar que el modelo cuadrático completo obtenido puede ser estadísticamente significativo para evidenciar la importancia de la variable de proceso como es la proporción de pasta de aceituna. Por tanto, la ecuación hallada, sirve para estimar el coeficiente promedio esperada para cualquier valor de

pasta de aceituna, pectina o ácido cítrico, indicando que esa estimación será más precisa en la medida que X esté dentro del intervalo de los valores con los que se hizo la estimación.

En la Figura 38, se muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo cuadrático completo que muestra la tendencia en la variación del coeficiente de viscosidad en función de las variables independientes proporción de pasta de aceituna y concentración de pectina (%), donde la región de máxima respuesta (en anaranjado) con un valor estimado de 62 a niveles máximo de pasta de aceituna y mínimo de pectina.

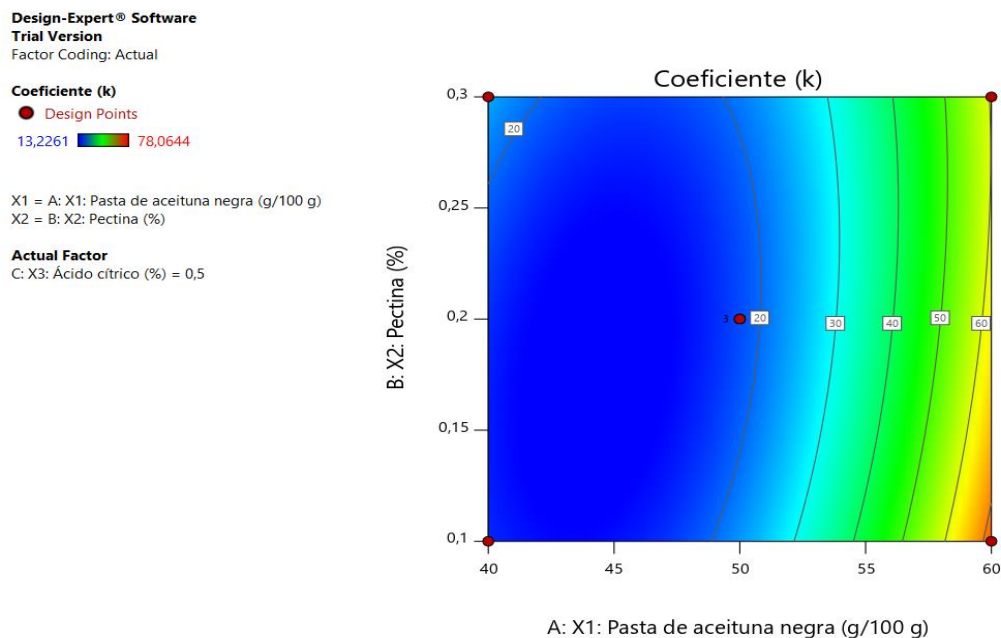


Figura 38. Curvas de nivel para la aceptabilidad del color de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y pectina a un nivel constante de 0,50 % de ácido cítrico.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

Asimismo en la Figura 39 se muestra el diagrama de curvas de nivel del modelo completo para el efecto combinado de la pasta de aceituna y el ácido cítrico; graficando la variación del coeficiente es mayor cuanto mayor es la pasta de aceituna y menor es la acidez.

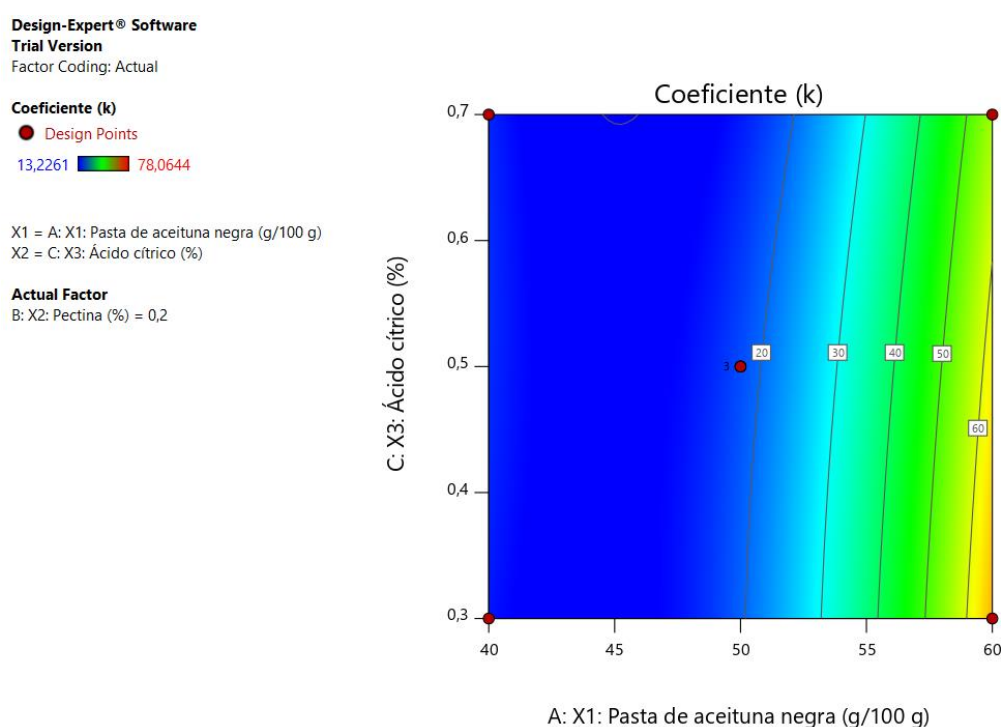


Figura 39. Curvas de nivel para el coeficiente de viscosidad de la mermelada bajo efecto de la pasta de aceituna y ácido cítrico a un nivel constante de 0,20 % de pectina.

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design expert 7.0

#### 5.1.4 Determinación de tratamiento óptimo (optimización múltiple)

Para la optimización se tomaron las siguientes restricciones:

- Variables de entrada: mantener en el rango de estudio a las variables independientes (pasta de aceituna, pectina y ácido cítrico).

- Variables respuestas: Maximizar los atributos sensoriales color, olor, sabor, consistencia y apariencia pero manteniendo en rango a las características fisicoquímicas y sensoriales.

Aplicando la metodología de la función deseada mediante el software estadístico Design-Expert 7 en la Tabla 7 se muestran los resultados de la optimización que satisfacen los criterios establecidos.

Tabla 7. Resultados de la optimización de la mermelada de aceituna

Factor	Criterio	Mínimo	Máximo	Óptimo
Pasta aceituna (g/100 g)	En rango	40	60	49,59
Pectina (%)	En rango	0,1	0,3	0,19
Ácido cítrico (%)	En rango	0,3	0,7	0,30
Color	Maximizar	5,88	7,5	7,31
Olor	Maximizar	5,38	7	6,86
Consistencia	Maximizar	4,44	7,56	7,41
Sabor	Maximizar	5,63	7,06	6,90
Apariencia	Maximizar	4,5	7,44	7,11
pH	En rango	2,54	3,08	2,90
Índice peróxidos (mg/kg)	En rango	160	420	20,83
Viscosidad (u)	En rango	15 000	78 400	24 090
Coeficiente. (cP)	En rango	13,23	78,06	18,46
Función deseada				0,905

Fuente: elaboración propia (2017) utilizando Design Expert 7.

La solución óptima presentó las siguientes condiciones óptimas: pasta de aceituna 49,59 g/100 g mezcla (y como complemento azúcar 50,41 g/100 g mezcla), con 0,19 % de pectina y 0,3 % de ácido cítrico. 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 que el valor FD es de 0,905. La Figura 40 muestra las curvas de nivel del efecto combinado de las variables pasta de aceituna y pectina para la solución óptima.

Design-Expert® Software  
 Trial Version  
 Factor Coding: Actual

**Desirability**

● Design Points  
 0,000 1,000

X1 = A: X1: Pasta de aceituna negra (g/100 g)  
 X2 = B: X2: Pectina (%)

**Actual Factor**

C: X3: Ácido cítrico (%) = 0,3

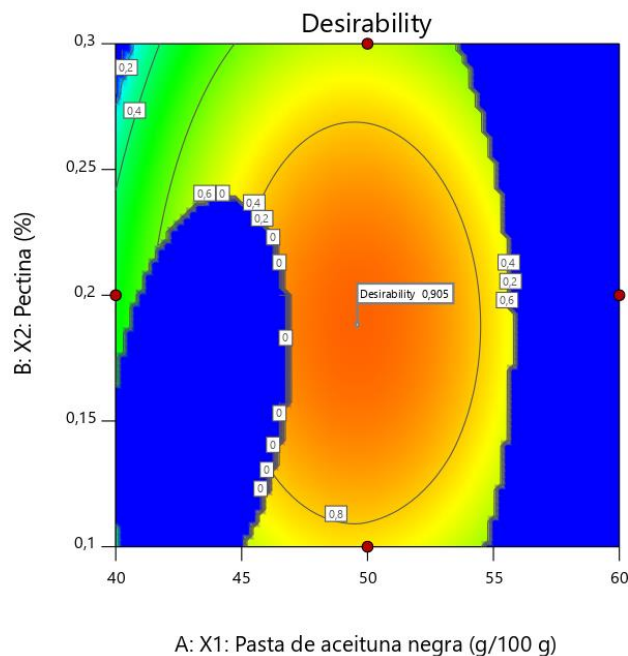


Figura 40. Curvas de nivel para la optimización múltiple de la mermelada de aceituna

Fuente: elaboración propia (2017)

En dicha figura 40 se muestra el valor de “deseabilidad” o de función deseada de 0,905 indicando la probabilidad de que al volver a repetir las condiciones óptimas de elaboración de la mermelada es probable que sus características sensoriales, fisicoquímicas y reológicas resulten muy similares a las características óptimas estimadas.

Dicha muestra óptima se desarrolló para corroborar sus resultados y analizar sus características microbiológicas bajo condiciones de almacenamiento por 9 días. La tabla 8 muestra los resultados obtenidos que indican una adecuada calidad microbiológica.

Tabla 8. Resultados del análisis microbiológico de la mermelada optimizada

Tipo de envase	Descripción	9 días
Plástico	Microorganismos aerobios mesófilos (ufc/g)	Ausencia
	Levaduras osmófilas (ufc/g)	Ausencia
	Hongos osmófilos (ufc/g)	Ausencia

Fuente: elaboración propia (2017)

La figura 41 muestra el flujo definitivo considerando las condiciones óptimas de proceso y sus respectivas características sensoriales, fisicoquímicas y reológicas del producto final que es la mermelada de aceituna negra procesada.

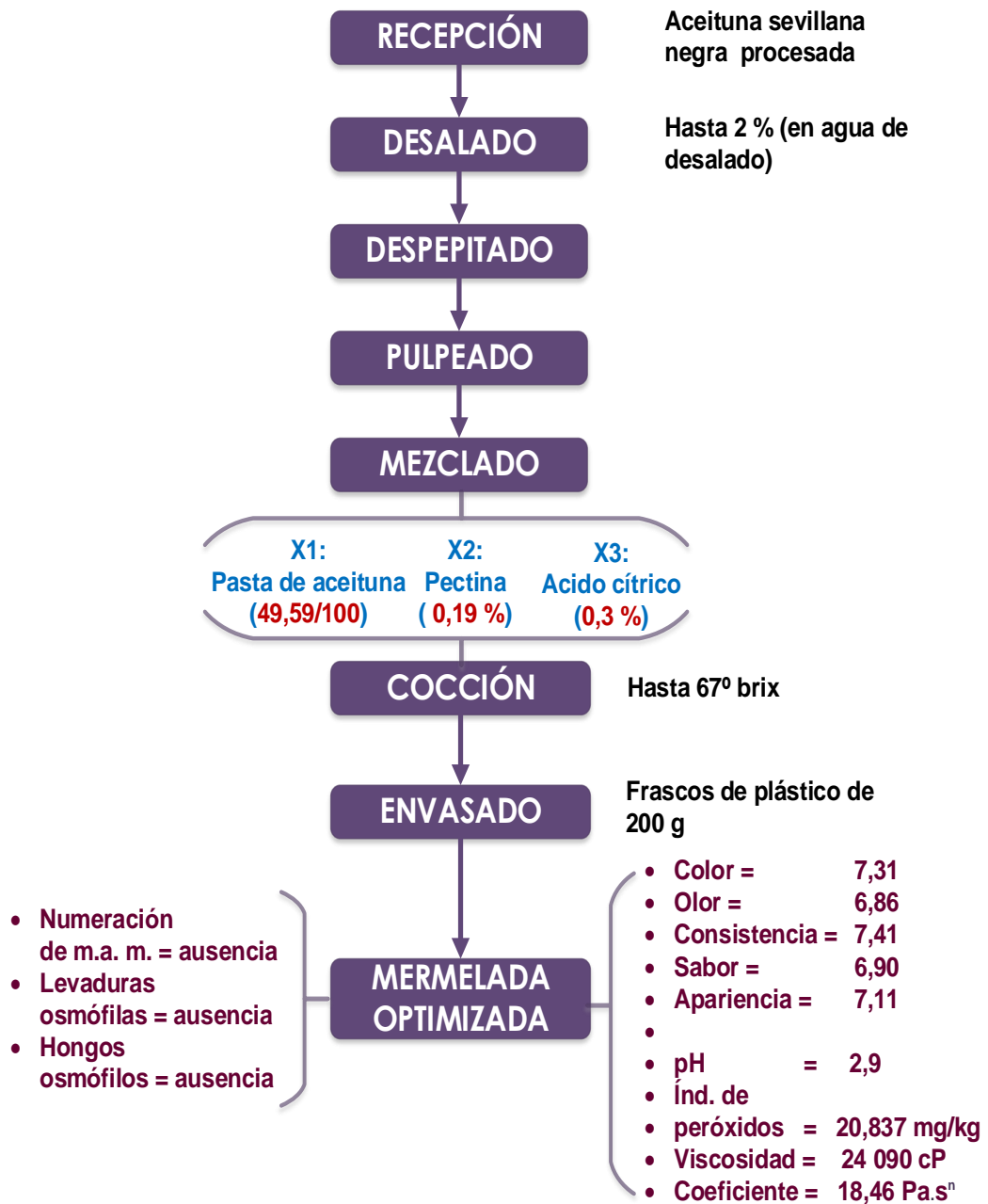


Figura 41. Flujo de elaboración de la mermelada optimizada para la aceituna negra procesada  
Fuente: elaboración propia (2017)

## **5.2 Discusión de resultados**

### **5.2.1 Características sensoriales**

Vignoni et al (2000), estudiaron la aceptabilidad de mermeladas aromatizadas con clavo de olor con 67-69 % de sólidos solubles. Evaluando aspecto, color, aroma, textura y sabor, aplicando escalas no estructuradas. Para todas las características sensoriales la prueba de Friedman indicó diferencias entre los tres productos ( $\alpha = 0,001$ ), más del 50 % de los jueces consideraron las tres mermeladas en las categorías más altas: me gusta y me gusta mucho. La mermelada investigada tuvo aceptabilidad de color igual o parecido al tradicional. Dichos resultados de alguna manera coinciden con los resultados obtenidos para la mermelada de aceituna donde la mayor aceptabilidad de sus atributos sensoriales categoriza al producto final entre “me gusta moderadamente” y “me gusta bastante”.

Asimismo también se obtuvo resultados similares a lo obtenido por Gianelli (2006), quien determinó en función de los atributos sensoriales la fórmula óptima de la mermelada a base de zapallo e higo deshidratado que (zapallo + higo) en un 55 % con respecto al peso final, el 45 % restante correspondió a los sólidos solubles aportados por: sacarosa, glucosa y dosis de ácido cítrico establecido según el pH fijado para cada tratamiento y 0,1% de conservante con respecto a mermelada a obtener.

Guianelli aplicando la metodología de superficie de respuesta obtuvo una mezcla óptima de 0,75 kg de zapallo/kg de mezcla, 0,25 kg higo/kg de mezcla, 0,25 % de pectina y 3,58 de pH final; que está ubicado en el número 7 de la escala hedónica de 9 puntos que corresponde al calificativo de “me gusta bastante”.

Aplicando el mismo método, Gutiérrez (2011), determinó condiciones óptimas para una mermelada a base de «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%. Obteniéndose valores de 7,5 para el sabor y de 5,5 de consistencia para la mermelada de aguaymanto y berenjena. Además el método de optimización que los modelos 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 para esto se utilizó el software Statistica 6.0». Dicho comportamiento fue similar a los modelos cuadráticos de la mermelada de aceituna desarrollados con los software Desig Expert, para la proporción de pasta de aceituna/mezcla y concentraciones de pectina y ácido cítrico para las características sensoriales donde en los modelos, los valores  $R^2$  son cercanos al 100%.

### **5.2.2 Características fisicoquímicas**

Con respecto a los índices de peróxido, un contenido de peróxidos de 20,837 meq/kg en la mermelada es aceptable para su consumo, pues son muy similares a las grasas de palma o coco. Zumbado, (2002) indicó que al no ser posible generalizar cuál es el índice de peróxido correspondiente a la aparición de la rancidez; se hace necesario, determinar el índice de peróxido y hacer las correspondientes pruebas organolépticas.

Con respecto a la variación insignificante del pH, Portugal (2007) estableció que en la salsa de aceituna sevillana negra, la variación del pH no fue significativa, ello se explica por el efecto buffer de la pasta de aceituna, tal como también resultó para la mermelada de aceituna. Sin embargo los bajos valores están en algunos casos por debajo de lo recomendado por la norma NTP 203.047 1991 (revisada el 2017) que indica que la mermelada debe estar en un rango de pH de 3 a 3,8. El tratamiento óptimo resultó en 2,9; es decir un pH similar a la fresa fresca (Anexo 15), probablemente sea consecuencia de que la pasta de aceituna al presentar una acidez inicial por ser producto de la fermentación láctica, la adición de ácido cítrico solo incremento su valor ocasionando el registro de valores tan bajos de pH, aunque los niveles de sólidos solubles están por encima de 67°brix, siendo el mínimo de 65°brix según la norma NTP 203.047 1991.

### 5.2.3 Características reológicas

Con respecto a sus cualidades reológicas Gianelli (2006), determinó en la mermelada de zapallo con higo un índice de consistencia ( $k$ ) = 20,32 Pa.s<sup>n</sup> valor muy similar a la mermelada de aceituna con 18,46 Pa.s<sup>n</sup> es decir se tratan de fluidos no newtoniano y del tipo pseudoplástico que con viscosidad de 24 000 cP lo hace similar a la del chocolate (Anexo 13). Si bien se observa un ligero brillo de aceite pegados en los bordes de la superficie del envase, Roberfroid (2005) indica que «la desestabilización que se pudiera observar no llega a una separación de fase típica de la desestabilización (para las formulaciones cuya concentración de almidón es del 5,5 %m/m); sino que se observa una leve sinéresis que con la agitación se revierte. Por eso se recomienda almacenar el producto en recipiente opaco y con la sugerencia de agitar antes de usar. Dicho autor también afirma que la estabilidad de las muestras que contienen gomas se debe a la sinergia entre la inulina y otros agentes gelantes, como gelatina, alginatos, carraginos, gomas y maltodextrinas». Comportamiento observado en las muestras de mermelada obtenidas, pues Castro (2015) determinó en una salsa de aceitunas negra de la variedad ascolana, una viscosidad de 4 410 cP mientras en la mermelada de aceituna elaborada, su elevada viscosidad de 24 090 cP demuestra el efecto de la sinergia entre el azúcar con la acidez aportada por el ácido cítrico y la pectina añadida.

## CONCLUSIONES

1. Los modelos que relacionan la proporción de pasta de aceituna, concentración de pectina y ácido cítrico sobre la aceptabilidad sensorial de la mermelada resultaron significativos ( $p$  valor  $< 0,05$ ), siendo el factor más importante la pasta de aceituna, y en general las muestras calificaron entre 6 “me agrada ligeramente” y 7 “me agrada bastante”, siendo la mezcla óptima de 49,59 g de pasta de aceituna por 100 g de mezcla (pasta + azúcar), 0,19 % de pectina y 0,30 % de ácido cítrico respectivamente.
2. Los modelos que relacionan la proporción de pasta de aceituna negra, concentración de pectina y ácido cítrico sobre el pH final e índice de peróxidos de la mermelada no resultaron significativos ( $p$  valor  $\geq 0,05$ ), es decir los factores en estudio no son los responsables de la variación de dichas propiedades fisicoquímicas.
3. Los modelos para los efectos que relacionan la proporción de pasta de aceituna negra, concentración de pectina y ácido cítrico sobre la viscosidad y la constante reológica de la mermelada resultaron significativos ( $p$  valor  $< 0,05$ ), la mermelada de aceituna presentó una viscosidad 24 000 cP que lo hace similar al chocolate y un coeficiente de 18,46 Pa.s<sup>n</sup> propio de un fluido no newtoniano y del tipo pseudoplástico.

## RECOMENDACIONES

1. Se propone realizar un estudio de la mermelada de aceituna negra procesada con adición de otra fruta de aspectos sensoriales similares como el higo a fin de mejorar la aceptabilidad de sus características sensoriales del producto final.
2. Realizar estudios de vida útil a fin de evaluar si el índice de peróxidos es un factor a considerar como parámetro de calidad de conservación.
3. Evaluar la elaboración de aceitunas enteras y/o partidas conservadas en jarabe a través de la aceptabilidad de sus características sensoriales.
4. Realizar una investigación sobre el efecto del tipo de envase en la conservación de la mermelada de aceituna.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anzaldúa A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia, SA España.
- A.O.A.C. (1995). Association of official analytical chemists. Inc. Washington, D. C. E.U.A.
- ATPP (2008). Aplicaciones técnicas y procesos productivos, Tablas de viscosidad. Barcelona – España.
- Barranco, D. (2008). El cultivo del olivo. 6a edición. Mundi Prensa. Madrid. España.
- Basu, S., & Shivare, U. S. (2012). *Rheological, Textural, Microstructural and Sensory Properties of Sorbitol-Substituted Mango Jam*. (Springer, Ed.) Food Bioprocess Technoly Journal.
- Boatella Riera, J., Codony Salcedo, R., & López Alegret, P. (2004). *Química y Bioquímica de los Alimentos II*. España: Publicacions I Edicions De La Universitat De Barcelona. España.
- Castro V. (2015). *Desarrollo, optimización y estudio de la vida útil de una salsa de aceituna negra (Olea europaea sativa Hoffg, Link) variedad ascolana en función de las características fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna.

- Castro Diana, Sampallo Rosa (2014) Consistencias y texturas alimenticias en disfagia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá-Colombia.
- Coordinación General de Universidades Tecnológicas CGUT (2004). Microbiología Aplicada. Chapultepec, México.
- Coronado, M., & Hilario, R. (2001). Elaboración de Mermeladas: Procesamiento de Alimentos para Pequeñas y Micro Empresas Agroindustriales. Lima, Perú: Centro de Investigación, Educación y Desarrollo.
- Desrosier Norman W. (1993). *Elementos de Tecnología de Alimentos*, Cuarta impresión, Compañía Editorial continental S.A. de C.V., México D.F – México.
- Díaz A. (2003). Proyecto de una fábrica de mermelada. Universidad Castilla-La Mancha. España.
- Dirección Regional Agricultura Tacna: producción y exportación de aceituna, orégano y cebolla (2013). En: [http://www.agritacna.gob.pe/sites/default/files/Estadistica/Produccion\\_Exportacion2013.pdf](http://www.agritacna.gob.pe/sites/default/files/Estadistica/Produccion_Exportacion2013.pdf).
- Gianelli A. (2006). *Determinación de la formulación óptima y atributos sensoriales en la elaboración de mermelada de zapallo (Cucurbita maxima dutch var. pachia) con higo deshidratado*

- (*Ficus carica linnaeus*). Tesis de título. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna-Perú.
- Granato Daniel y Ares Gastón (2014). *Mathematical and statistical methods in food science and technology*. Edited by Wiley Blackwell. West Sussex, UK.
- Guevara A. (2015). *Procesamiento de aceituna*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú
- 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 para título profesional. Universidad Nacional de Trujillo Trujillo-Perú 2011.
- Gutiérrez H. y De la Vara R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. 2da Ed. Mc Graw Hill. México.
- Hermoso, M.; Gonzales, J.; Uceda, M.; García-Ortiz, A.; Morales, J.; Frías, L. & Fernández, A. (1995). *Elaboración de aceite de oliva de calidad, Obtención por el Sistema de dos Fases*. Junta de Andalucía- Consejería de Agricultura y Pesca 11/94 Apuntes. Sevilla - España.

- Hernández R. Fernández C. y Baptista P., (2010). Metodología de la Investigación. Quinta Edición. México. Edit. McGraw Hill.
- Intermediate Technology Development Group ITDG (2008). Elaboración de mermeladas. Lima, Perú.
- Lewis M. J., (1993). *Propiedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesado*, Editorial Acribia S.A., Zaragoza – España.
- López, L. (2002). Cultivos industriales. Aedos. Madrid-España.
- Manuales para Educación Agropecuaria, Control de Calidad de Productos Agropecuarios, Junio (1999). Tercera reimpresión, Editorial Trillas, México D.F. – México.
- Martínez A., López-Espinoza A. Franco-Paredes K. Díaz Felipe, Aguilera Virginia (2009). Variedad y apariencia de los alimentos modifican la conducta alimentaria. Universidad de Guadalajara. México.
- Mora, O. (2010). Diseño, Construcción y Pruebas de un Sistema Prototipo para la Producción de Etanol a Partir de Papa, Zanahoria, Remolacha y Lacto Suero, pp. 36-40.
- Muller H.G., (1977). *Introducción a la Reología de los Alimentos*, Editorial Acribia S.A., Zaragoza - España, Pág. 75, 81
- Norma Técnica Peruana NTP 1991 -08-14 Mermelada de frutas
- Norma Técnica Peruana NTP 209.013 2008 Aceites y Grasas Comestibles.

- Pérez Elevina (2007). Análisis de Alimentos. Universidad Central de Venezuela.
- Portugal J. (2007) Determinación de parámetros de pasteurización y evaluación de vida en anaquel en la elaboración de una salsa de aceituna negra aderezada (*Olea europea sativa*) con pimiento (*Capsicum annum*). Tesis de grado. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna-Perú.
- Ramírez, J. (2006). Fundamentos de Reología de Alimentos. Valle, Cali, Colombia: Revista ReCiTeLA.
- Ranken M., (1993). *Manual de la Industria de los Alimentos*. Segunda Edición, Editorial Acribia, Zaragoza - España, Pág. 381, 382.
- Rauch G. (1987). Fabricación de mermeladas Acribia. Madrid- España
- Roberfroid M. (2005). Inulin-Type Fructans: Functional Food Ingredients. Boca Ratón, USA.
- Rodríguez J. (1995). Estequiometría química. Leyes fundamentales de la Química; Teoría Atómico-molecular Ediciones de La Universidad De Castilla La Mancha. España.
- Southgate D., (1992). Conservación de Frutas y Hortalizas, Editorial Acribia S.A., Zaragoza – España.
- Steffe, J., & Daubert, C. (2006). Bioprocessing Pipelines: Rheology and Analysis. East Lansing, Michigan, USA: Freeman Press.

- Strobach, E. (2000). Procesamiento de aceitunas de mesa. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Usca J. (2011). Evaluación del potencial nutritivo de mermelada elaborada a base de remolacha (*Beta vulgaris*). Tesis De Grado Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Riobamba-Ecuador
- Vanegas L. (2012). X semana alimentaria "Salud, nutrición e Innovación" Innovación en la Industria de Alimentos. Colombia.
- Vignoni, L.; Bauza M., Mirábile M., Herrera M., Bartucciotto C. (2000). *Evaluación Sensorial de Mermeladas de Tomate de Color no Tradicional*. Congreso Iberoamericano de Horticultura. Mendoza-Argentina.
- Wittig, E. (1998). *Evaluación Sensorial*. 1ª ed. Universidad de Chile. Chile.
- Zumbado H. (2002) "Análisis Químico de los Alimentos- Métodos Clásicos". Instituto de Farmacia y Alimentos de la Universidad de la Habana, Cuba.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia para el estudio de la mermelada de aceituna

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general
¿Cuáles serán las características sensoriales, fisicoquímicas y reológicas de una mermelada elaborada a base de aceituna ( <i>Olea europaea</i> L.) variedad sevillana negra procesada?	Evaluar las características sensoriales, fisicoquímicas y reológicas en la elaboración de una mermelada a base de aceituna ( <i>Olea europaea</i> L.) variedad sevillana negra procesada	La proporción de pasta de aceituna negra procesada/mezclar, la concentración de pectina y ácido cítrico influirán en las características sensoriales, fisicoquímicas y reológicas de la mermelada de aceituna ( <i>Olea europaea</i> L.) variedad sevillana negra procesada.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específica
¿Cuál es la influencia de la proporción pasta de aceituna negra procesada/mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico sobre las características sensoriales de la mermelada?	Evaluar la influencia de la proporción de pasta de aceituna negra procesada/ mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico sobre las características sensoriales de la mermelada.	La proporción de pasta de aceituna negra procesada/ mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico influirán sobre las características sensoriales de la mermelada.
¿Cuál es la influencia de la proporción pasta de aceituna negra procesada/mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico sobre las características fisicoquímicas de la mermelada?	Evaluar la influencia de la proporción de pasta de aceituna negra procesada/mezcla y la concentración de pectina y ácido cítrico sobre las características fisicoquímicas de la mermelada.	La proporción de pasta de aceituna negra procesada/ mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico influirán sobre las características fisicoquímicas de la mermelada.
¿Cuál es la influencia de la proporción de pasta de aceituna negra procesada/mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico sobre las características reológicas de la mermelada?	Evaluar la influencia de la proporción de pasta de aceituna negra procesada/mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico sobre las características reológicas de la mermelada.	La proporción de pasta de aceituna negra procesada/ mezcla, la concentración de pectina y ácido cítrico influirán sobre las características reológicas de la mermelada.

Fuente: Elaboración propia (2016)

## Anexo 2. Pruebas hedónicas estructurada

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Código de muestra: \_\_\_\_\_

Pruebe la muestra que se presenta a continuación y por favor marque con una X en el cuadrado que está junto a la frase que mejor describa su percepción de cada atributo.

	Color	Olor	Sabor	Consistencia	Aspecto
Me gusta muchísimo					
Me gusta mucho					
Me gusta bastante					
Me gusta ligeramente					
Ni me gusta ni me disgusta					
Me disgusta ligeramente					
Me disgusta bastante					
Me disgusta mucho					
Me disgusta muchísimo					

Comentarios:

---

---

---

---

¡Muchas gracias!

### Anexo 3. Análisis estadístico para la aceptabilidad del color de la mermelada

Regresión de superficie de respuesta: Color vs. X1; X2; X3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	9	3,6185	0,40206	4,9	0,047
Error	5	0,41008	0,08202		
Falta de ajuste	3	0,40768	0,13589	113,24	0,009
Error puro	2	0,0024	0,0012		
Total	14	4,02857			

Resumen del modelo		
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
0,286383	89,82%	71,50%

Coeficientes codificados					
Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor t student	Valor p
Constante		7,36	0,165	44,51	0,00
X1	-0,29	-0,145	0,101	-1,43	0,212
X2	0,113	0,056	0,101	0,56	0,602
X3	0,093	0,046	0,101	0,46	0,667
X1*X1	-1,86	-0,93	0,149	-6,24	0,002
X2*X2	-0,355	-0,178	0,149	-1,19	0,287
X3*X3	0,035	0,017	0,149	0,12	0,911
X1*X2	0,005	0,002	0,143	0,02	0,987
X1*X3	-0,335	-0,168	0,143	-1,17	0,295
X2*X3	-0,16	-0,08	0,143	-0,56	0,6

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

X1: Pasta de aceituna (kg/kg), X2: Pectina (%), X3: Acidez (%)

$$\text{Color} = -18,46 + 0,957 X1 + 9,5 X2 + 4,78 X3 - 0,00930 X1*X1 - 17,8 X2*X2 + 0,44 X3*X3 + 0,003 X1*X2 - 0,0838 X1*X3 - 4,00 X2*X3$$

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

Regresión de superficie de respuesta: Olor vs. X1; X2; X3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	9	2,94985	0,32776	14,25	0,005
Error	5	0,11504	0,02301		
Falta de ajuste	3	0,09618	0,03206	3,4	0,236
Error puro	2	0,01887	0,00943		
Total	14	3,06489			

Resumen del modelo		
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
0,151685	96,25%	89,49%

Coeficientes codificados					
Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor t student	Valor p
Constante		6,9167	0,0876	78,98	0,00
X1	-0,5	-0,25	0,0536	-4,66	0,006
X2	0,0325	0,0163	0,0536	0,3	0,774
X3	0,2175	0,1087	0,0536	2,03	0,098
X1*X1	-1,4267	-0,7133	0,0789	-9,04	0,00
X2*X2	-0,6817	-0,3408	0,0789	-4,32	0,008
X3*X3	0,0683	0,0342	0,0789	0,43	0,683
X1*X2	-0,215	-0,1075	0,0758	-1,42	0,216
X1*X3	0,035	0,0175	0,0758	0,23	0,827
X2*X3	0,28	0,14	0,0758	1,85	0,124

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

X1: Pasta de aceituna (kg/kg), X2: Pectina (%), X3: Acidez (%)

$$\text{Olor} = -11,28 + 0,7055 X1 + 15,67 X2 - 2,15 X3 - 0,007133 X1*X1 - 34,08 X2*X2 + 0,85 X3*X3 - 0,1075 X1*X2 + 0,0087 X1*X3 + 7,00 X2*X3$$

## Anexo 5. Análisis estadístico para la aceptabilidad de la consistencia de la mermelada

Regresión de superficie de respuesta: Consistencia vs. X1; X2; X3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	9	8,59948	0,9555	8,17	0,016
Falta de ajuste	5	0,58469	0,11694		
Error puro	3	0,49143	0,16381	3,51	0,229
Error	2	0,09327	0,04663		
Total	14	9,18417			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
0,341962	93,63%	82,17%

Coefficientes codificados

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor t student	Valor p
Constante		7,333	0,197	37,14	0
X1	-1,125	-0,562	0,121	-4,65	0,006
X2	-0,063	-0,031	0,121	-0,26	0,806
X3	0,093	0,046	0,121	0,38	0,718
X1*X1	-2,128	-1,064	0,178	-5,98	0,002
X2*X2	-1,313	-0,657	0,178	-3,69	0,014
X3*X3	0,247	0,123	0,178	0,69	0,519
X1*X2	-0,595	-0,297	0,171	-1,74	0,142
X1*X3	-0,215	-0,107	0,171	-0,63	0,557
X2*X3	-0,09	-0,045	0,171	-0,26	0,803

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

X1: Pasta de aceituna (kg/kg), X2: Pectina (%), X3: Acidez (%)

$$\text{Consistencia} = -22,91 + 1,094 X1 + 42,0 X2 + 0,29 X3 - 0,01064 X1*X1 - 65,7 X2*X2 + 3,08 X3*X3 - 0,297 X1*X2 - 0,0538 X1*X3 - 2,25 X2*X3$$

## Anexo 6. Análisis estadístico para la aceptabilidad del sabor de la mermelada

Regresión de superficie de respuesta: Sabor vs. X1; X2; X3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	9	2,72937	0,303264	2,98	0,121
Error	5	0,50887	0,101773		
Falta de ajuste	3	0,4508	0,150267	5,18	0,166
Error puro	2	0,05807	0,029033		
Total	14	3,23824			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
0,319019	84,29%	56,00%

Coefficientes codificados

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor t student	Valor p
Constante		6,763	0,184	36,72	0,00
X1	0,03	0,015	0,113	0,13	0,899
X2	0,06	0,03	0,113	0,27	0,801
X3	-0,53	-0,265	0,113	-2,35	0,066
X1*X1	-0,978	-0,489	0,166	-2,95	0,032
X2*X2	-0,108	-0,054	0,166	-0,33	0,757
X3*X3	-0,358	-0,179	0,166	-1,08	0,33
X1*X2	0,5	0,25	0,16	1,57	0,178
X1*X3	-0,87	-0,435	0,16	-2,73	0,041
X2*X3	0,44	0,22	0,16	1,38	0,226

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

X1: Pasta de aceituna (kg/kg), X2: Pectina (%), X3: Acidez (%)

$$\text{Sabor} = -8,11 + 0,549 X1 - 15,5 X2 + 11,83 X3 - 0,00489 X1*X1 - 5,4 X2*X2 - 4,48 X3*X3 + 0,250 X1*X2 - 0,2175 X1*X3 + 11,00 X2*X3$$

Regresión de superficie de respuesta: Sabor vs. X1; X2; X3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo ajustado	7	2,60479	0,372113	4,11	0,041
Error	7	0,63345	0,090493		
Falta de ajuste	5	0,57538	0,115077	3,96	0,214
Error puro	2	0,05807	0,029033		
Total	14	3,23824			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
0,30082	80,44%	60,88%

Coefficientes codificados

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor t student	Valor p
Constante		6,63	0,114	58,31	0,00
X1	0,03	0,015	0,106	0,14	0,892
X2	0,06	0,03	0,106	0,28	0,786
X3	-0,53	-0,265	0,106	-2,49	0,041
X1*X1	-0,945	-0,472	0,156	-3,03	0,019
X1*X2	0,5	0,25	0,15	1,66	0,14
X1*X3	-0,87	-0,435	0,15	-2,89	0,023
X2*X3	0,44	0,22	0,15	1,46	0,187

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

X1: Pasta de aceituna (kg/kg), X2: Pectina (%), X3: Acidez (%)

$$\text{Sabor} = -6,4925 + 0,53275 \cdot X1 - 17,7 \cdot X2 + 7,35 \cdot X3 - 0,004725 \cdot X1^2 + 0,25 \cdot X1 \cdot X2 - 0,2175 \cdot X1 \cdot X3 + 11,0 \cdot X2 \cdot X3$$

## Anexo 7. Análisis estadístico para la aceptabilidad de la apariencia de la mermelada

Regresión de superficie de respuesta: Apariencia vs. X1; X2; X3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	9	9,8687	1,09653	7,6	0,019
Error	5	0,7211	0,14422		
Falta de ajuste	3	0,6897	0,2299	14,64	0,065
Error puro	2	0,0314	0,0157		
Total	14	10,5898			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
0,379763	93,19%	80,93%

Coefficientes codificados

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor t student	Valor p
Constante		7,32	0,219	33,39	0
X1	-1,155	-0,578	0,134	-4,3	0,008
X2	0,03	0,015	0,134	0,11	0,915
X3	0,47	0,235	0,134	1,75	0,14
X1*X1	-2,273	-1,136	0,198	-5,75	0,002
X2*X2	-1,523	-0,761	0,198	-3,85	0,012
X3*X3	-0,023	-0,011	0,198	-0,06	0,957
X1*X2	-0,285	-0,143	0,19	-0,75	0,487
X1*X3	0,025	0,012	0,19	0,07	0,95
X2*X3	0,405	0,202	0,19	1,07	0,335

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

X1: Pasta de aceituna (kg/kg), X2: Pectina (%), X3: Acidez (%)

$$\text{Apariencia} = -22,19 + 1,104 X1 + 32,7 X2 - 0,88 X3 - 0,01136 X1*X1 - 76,1 X2*X2 - 0,28 X3*X3 - 0,142 X1*X2 + 0,0062 X1*X3 + 10,12 X2*X3$$

## Anexo 8. Análisis estadístico para el pH de la mermelada

Regresión de superficie de respuesta: pH vs. X1; X2; X3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	9	0,370008	0,041112	1,68	0,295
Error	5	0,122392	0,024478		
Falta de ajuste	3	0,122125	0,040708	305,31	0,003
Error puro	2	0,000267	0,000133		
Total	14	0,4924			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
0,156456	75,14%	30,40%

Coefficientes codificados

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor t student	Valor p
Constante		2,6867	0,0903	29,74	0
X1	0,2675	0,1338	0,0553	2,42	0,06
X2	0,03	0,015	0,0553	0,27	0,797
X3	-0,2175	-0,1087	0,0553	-1,97	0,106
X1*X1	0,1358	0,0679	0,0814	0,83	0,442
X2*X2	0,1008	0,0504	0,0814	0,62	0,563
X3*X3	0,2258	0,1129	0,0814	1,39	0,224
X1*X2	0,01	0,005	0,0782	0,06	0,952
X1*X3	-0,255	-0,1275	0,0782	-1,63	0,164
X2*X3	0	0	0,0782	0	1

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

X1: Pasta de aceituna (kg/kg), X2: Pectina (%), X3: Acidez (%)

$$\text{pH} = 3,32 - 0,0237 X1 - 2,12 X2 - 0,18 X3 + 0,000679 X1*X1 + 5,04 X2*X2 + 2,82 X3*X3 + 0,0050 X1*X2 - 0,0638 X1*X3 - 0,00 X2*X3$$

## Anexo 9. Análisis estadístico para el índice de peróxidos de la mermelada

Regresión de superficie de respuesta: Índice peróxidos (mg/kg) vs. X1; X2; X3

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	9	31698,3	3522	0,63	0,744
Error	5	28075	5615		
Falta	3	27875	9291,7	92,92	0,011
Error	2	200	100		
Total	14	59773,3			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
74,9333	53,03%	0,00%

### Coefficientes codificados

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor t student	Valor p
Constante		260	43,3	6,01	0,002
X1	45	22,5	26,5	0,85	0,434
X2	-37,5	-18,8	26,5	-0,71	0,511
X3	57,5	28,7	26,5	1,09	0,327
X1*X1	-37,5	-18,8	39	-0,48	0,651
X2*X2	57,5	28,8	39	0,74	0,494
X3*X3	-52,5	-26,2	39	-0,67	0,531
X1*X2	-90	-45	37,5	-1,2	0,284
X1*X3	50	25	37,5	0,67	0,534
X2*X3	15	7,5	37,5	0,2	0,849

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

X1: Pasta de aceituna (kg/kg), X2: Pectina (%), X3: Acidez (%)

$$\text{Índice peróxidos (mg/kg)} = -505 + 23,7 X1 + 725 X2 + 100 X3 - 0,187 X1*X1 + 2875 X2*X2 - 656 X3*X3 - 45,0 X1*X2 + 12,5 X1*X3 + 375 X2*X3$$

## Anexo 10. Análisis estadístico para la viscosidad de la mermelada

Regresión de superficie de respuesta: Viscosidad (Cp) vs. X1; X2; X3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	9	7025408167	780600907	26,86	0,001
Error	5	145329167	29065833		
Falta de ajuste	3	89282500	29760833	1,06	0,518
Error puro	2	56046667	28023333		
Total	14	7170737333			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
5391,27	97,97%	94,33%

Coefficientes codificados

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor t student	Valor p
Constante		21033	3113	6,76	0,001
X1	49175	24588	1906	12,9	0,00
X2	25	13	1906	0,01	0,995
X3	-5600	-2800	1906	-1,47	0,202
X1*X1	46692	23346	2806	8,32	0,00
X2*X2	4992	2496	2806	0,89	0,414
X3*X3	3142	1571	2806	0,56	0,6
X1*X2	-6750	-3375	2696	-1,25	0,266
X1*X3	-7300	-3650	2696	-1,35	0,234
X2*X3	-3600	-1800	2696	-0,67	0,534

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

X1: Pasta de aceituna (kg/kg), X2: Pectina (%), X3: Acidez (%)

$$\text{Viscosidad (Cp)} = 420143 - 19300 X1 + 114042 X2 + 55979 X3 + 233,5 X1*X1 + 249583 X2*X2 + 39271 X3*X3 - 3375 X1*X2 - 1825 X1*X3 - 90000 X2*X3$$

## Anexo 11. Análisis estadístico para el coeficiente de viscosidad (k) de la mermelada

Regresión de superficie de respuesta: Coeficiente. (Cp) vs. X1; X2; X3

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	9	6190,28	687,81	18,17	0,003
Error	5	189,29	37,86		
Falta de ajuste	3	154,52	51,51	2,96	0,262
Error puro	2	34,77	17,39		
Total	14	6379,58			

### Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)
6,15295	97,03%	91,69%

### Coefficientes codificados

Término	Efecto	Coef	EE del coef.	Valor t student	Valor p
Constante		18,01	3,55	5,07	0,004
X1	46,34	23,17	2,18	10,65	0,00
X2	-1,81	-0,9	2,18	-0,42	0,695
X3	-4,74	-2,37	2,18	-1,09	0,325
X1*X1	42,37	21,18	3,2	6,62	0,001
X2*X2	8,01	4,01	3,2	1,25	0,266
X3*X3	-1,82	-0,91	3,2	-0,28	0,788
X1*X2	-10,03	-5,02	3,08	-1,63	0,164
X1*X3	-5,86	-2,93	3,08	-0,95	0,385
X2*X3	-1,96	-0,98	3,08	-0,32	0,763

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

X1: Pasta de aceituna (kg/kg), X2: Pectina (%), X3: Acidez (%)

Coeficiente. (k) = 358,1 - 17,13 X1 + 106 X2 + 94 X3 + 0,2118 X1\*X1 + 401 X2\*X2 - 22,7 X3\*X3 5,02 X1\*X2 - 1,47 X1\*X3 - 49 X2\*X3

## Anexo 12. Determinación de coeficiente de consistencia de la mermelada

	N rpm	N°3 Torque	F	cp	u	log (4pi.N/60)	log u	b	a	n	k	R <sup>2</sup>
<b>1</b>	0,6	5,9	10 000	59 000	59	-0,9008	1,7709	-0,4776	1,3673	0,5224	16,5952	0,9832
<b>30°C</b>	1,5	11	4 000	44 000	44	-0,5029	1,6435					
	3	14,8	2 000	29 600	29,6	-0,2018	1,4713					
	6	20,5	1 000	20 500	20,5	0,0992	1,3118					
	12	29,4	500	14 700	14,7	0,4002	1,1673					
<hr/>												
	N rpm	N°3 Torque										
<b>2</b>	0,6	16,9	10 000	169 000	169	-0,9008	2,2279	-0,3490	2,0138	0,6510	78,0644	0,6213
	1,5	54,1	4 000	216 400	216,4	-0,5029	2,3353					
<b>30°C</b>	3	66,8	2 000	133 600	133,6	-0,2018	2,1258					
	6	78	1 000	78 000	78	0,0992	1,8921					
<hr/>												
	N rpm	N°1 Torque										
<b>3</b>	0,6	5,9	10 000	59 000	59	-0,9008	1,7709	-0,4664	1,4094	0,5336	18,3591	0,9107
	1,5	13,4	4 000	53 600	53,6	-0,5029	1,7292					
<b>30°C</b>	3	16,1	2 000	32 200	32,2	-0,2018	1,5079					
	6	22,5	1 000	22 500	22,5	0,0992	1,3522					
	12	31,9	500	15 950	15,95	0,4002	1,2028					
<hr/>												
	N rpm	N°3 Torque										
<b>4</b>	0,6	21,8	10 000	218 000	218	-0,9008	2,3385	-0,5629	1,9335	0,4371	59,7647	0,8235
	1,5	56	4 000	224 000	224	-0,5029	2,3502					
<b>30°C</b>	3	62,2	2 000	124 400	124,4	-0,2018	2,0948					
	6	66,5	1 000	66 500	66,5	0,0992	1,8228					
	12	96,6	500	48 300	48,3	0,4002	1,6839					
<hr/>												
	N rpm	N°3 Torque										
<b>5</b>	0,6	7,1	10 000	71 000	71	-0,9008	1,8513	-0,4903	1,4198	0,5097	18,6472	0,9984
	1,5	11,9	4 000	47 600	47,6	-0,5029	1,6776					
<b>30°C</b>	3	16,7	2 000	33 400	33,4	-0,2018	1,5237					
	6	23,5	1 000	23 500	23,5	0,0992	1,3711					
	12	33	500	16 500	16,5	0,4002	1,2175					

	N rpm	N°3 Torque	F	cp	u	log (4pi.N/60)	log u	b	a	n	k	R <sup>2</sup>
<b>6</b>	0,6	13,4	10 000	134 000	134	-0,9008	2,1271	-0,4092	1,9529	0,5908	65,7508	0,3007
	1,5	57,5	4 000	230 000	230	-0,5029	2,3617					
<b>T=30°C</b>	3	72,3	2 000	144 600	144,6	-0,2018	2,1602					
	6	78,4	1 000	78 400	78,4	0,0992	1,8943					
	12	94,4	500	47 200	47,2	0,4002	1,6739					
<b>N rpm N°3 Torque</b>												
<b>7</b>	0,6	7,4	10 000	74 000	74	-0,9008	1,8692	-0,5576	1,3787	0,4424	16,6718	0,9970
	1,5	11,9	4 000	47 600	47,6	-0,5029	1,6776					
<b>T=30°C</b>	3	15,5	2 000	31 000	31	-0,2018	1,4914					
	6	20,8	1 000	20 800	20,8	0,0992	1,3181					
	12	28,5	500	14 250	14,25	0,4002	1,1538					
<b>N rpm N°3 Torque</b>												
<b>8</b>	0,6	26,9	10 000	269 000	269	-0,9008	2,4298	-0,6905	1,8741	0,3095	52,0543	0,9533
	1,5	50,2	4 000	200 800	200,8	-0,5029	2,3028					
<b>T=30°C</b>	3	55,4	2 000	110 800	110,8	-0,2018	2,0445					
	6	61,1	1 000	61 100	61,1	0,0992	1,7860					
	12	74,5	500	37 250	37,25	0,4002	1,5711					
<b>N rpm N°3 Torque</b>												
<b>9</b>	0,6	11,5	10 000	115 000	115	-0,9008	2,0607	-0,7221	1,4246	0,2779	18,6253	0,9934
	1,5	16,7	4 000	66 800	66,8	-0,5029	1,8248					
<b>T=30°C</b>	3	18	2 000	36 000	36	-0,2018	1,5563					
	6	21,5	1 000	21 500	21,5	0,0992	1,3324					
	12	28,1	500	14 050	14,05	0,4002	1,1477					
<b>N rpm N°3 Torque</b>												
<b>10</b>	0,6	13,5	10 000	135 000	135	-0,9008	2,1303	-0,6608	1,5612	0,3392	25,2334	0,9873
	1,5	21,7	4 000	86 800	86,8	-0,5029	1,9385					
<b>T=22C</b>	3	24,7	2 000	49 400	49,4	-0,2018	1,6937					
	6	29,9	1 000	29 900	29,9	0,0992	1,4757					
	12	39,8	500	19 900	19,9	0,4002	1,2989					

	N rpm	N°3 Torque	F	cp	u	log (4pi.N/60)	log u	b	a	n	k	R <sup>2</sup>
<b>11</b>	0,6	10,7	10 000	107 000	107	-0,9008	2,0294	-0,6515	1,4368	0,3485	18,9365	0,9994
	1,5	14,3	4 000	57 200	57,2	-0,5029	1,7574					
<b>T=22C</b>	3	18,3	2 000	36 600	36,6	-0,2018	1,5635					
	6	23,9	1 000	23 900	23,9	0,0992	1,3784					
	12	30	500	15 000	15	0,4002	1,1761					
<b>N rpm N°3 Torque</b>												
<b>12</b>	0,6	14	10 000	140 000	140	-0,9008	2,1461	-0,6962	1,4921	0,3038	21,6251	0,9980
	1,5	17,2	4 000	68 800	68,8	-0,5029	1,8376					
<b>T=30C</b>	3	19,6	2 000	39 200	39,2	-0,2018	1,5933					
	6	25,1	1 000	25 100	25,1	0,0992	1,3997					
	12	35,9	500	17 950	17,95	0,4002	1,2541					
<b>N rpm N°4 Torque</b>												
<b>13</b>	0,6	9,3	10 000	93 000	93	-0,9008	1,9685	-0,7590	1,2704	0,2410	13,2261	0,9968
	1,5	11,6	4 000	46 400	46,4	-0,5029	1,6665					
<b>T=30C</b>	3	12	2 000	24 000	24	-0,2018	1,3802					
	6	15	1 000	15 000	15	0,0992	1,1761					
	12	20	500	10 000	10	0,4002	1,0000					
<b>N rpm N° 4 Torque</b>												
<b>14</b>	0,6	11,5	10 000	115 000	115	-0,9008	2,0607	-0,6916	1,4564	0,3084	19,8998	0,9880
	1,5	17,8	4 000	71 200	71,2	-0,5029	1,8525					
<b>T=30C</b>	3	18,8	2 000	37 600	37,6	-0,2018	1,5752					
	6	23,2	1 000	23 200	23,2	0,0992	1,3655					
	12	31,2	500	15 600	15,6	0,4002	1,1931					
<b>N rpm N° 4 Torque</b>												
<b>15</b>	0,6	11,9	10 000	119 000	119	-0,9008	2,0755	-0,6606	1,4793	0,3394	20,8941	0,9949
	1,5	17,2	4 000	68 800	68,8	-0,5029	1,8376					
<b>T=30C</b>	3	19	2 000	38 000	38	-0,2018	1,5798					
	6	24,9	1 000	24 900	24,9	0,0992	1,3962					
	12	34,6	500	17 300	17,3	0,4002	1,2380					

Anexo 13. Tabla de viscosidades de algunos fluidos

<b>Viscosidades aproximadas de los productos comunes a temperatura ambiente de 21 °C (70 °F)</b>	
<b>Material</b>	<b>Viscosidad en centipoise</b>
Aire	0,01 cps
Metanol	0,5 cps
Agua	1 cps
Leche	3 cps
Glicol etileno	15 cps
Vino	25 cps
SAE 10 Aceite de motor	85 a 140 cps
SAE 20 Aceite de motor	140 a 420 cps
SAE 30 Aceite de motor	420-650 cps
SAE 40 Aceite de motor	650 a 900 cps
Aceite Castrol	1.000 cps
Miel Karo	5.000 cps
Miel	10.000 cps
Chocolate	25.000 cps
Salsa de tomate	50.000 cps
Mostaza	70.000 cps
Crema	100.000 cps
Manteca de cacahuete	250.000 cps
Compuestos asfalto	500.000 cps
Polímeros fundidos	1.000.000 cps
Masillas	2.000.000 cps
Compuestos de caucho	5.000.000 cps

Fuente: ATTP (2008)

Anexo 14. Características de materia prima utilizada



**Aceituna negra entera "peruana al natural", "botija", "Alphonso" o "Azapa".**

**Calibres:** 190/110, 110/130, 130/160, 160/200, 200/240, 240/280, 280/320, 320/400

**Disponibilidad:** Todo el año

**Ingredientes:** Aceitunas negras enteras, agua, sal, ácido láctico, benzoato de sodio y sorbato de potasio.

**Partida arancelaria:** 20.05.70.0000

Fuente: <http://www.guive.com/productos.html>

Anexo 15. pH de los alimentos a 20°C

Frutas	pH	Verduras y hortalizas	pH
Manzanas	3,4 a 3,9	Zanahoria	4,9 a 5,2
Albaricoque	3,3 a 4,0	Tomate	4,2 a 4,9
Higos	4,6	Remolacha	4,9 a 5,6
Plátano	4,5 a 5,2	Col	5,2 a 6,0
Limón	2,2 a 2,4	Coliflor	5,6
Lima	1,8 a 2,0	Apio	5,7 a 6,0
Fresas	3,0 a 3,5	Pepino	5,1 a 5,7
Melón	6,3 a 6,7	Berenjena	4,5 a 5,3
Papaya	5,2 a 5,8	Lentejas	6,3 a 6,8
Piña	3,3 a 4,8	Alubias	5,7 a 6,3
Ciruelas	2,8 a 4,6	Cebolla	5,3 a 5,8
Melocotón	3,4 a 3,6	Guisantes	5,8 a 7,0
Membrillo	3,1 a 3,3	Pimiento	4,6 a 4,9
Arándanos	3,7	Patatas	6,1
Uvas	3,4 a 4,5	Calabacín	5,8 a 6,2

Fuente: <https://gastronomiasolar.com/ph-alimentos/>

## Anexo 16. Requisitos fisicoquímicos para la mermelada

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 203.047 9 de 12
--------------------------	------------------------

**TABLA 4**

Sólidos solubles, % min	65
pH	3,0 - 3,8
<b>Contaminantes, mg/kg (ppm) máx.</b>	
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**

	<b>n</b>	<b>c</b>	<b>m</b>	<b>M</b>
Numeración de microorganismos aerobios mesófilos, ufc/g	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
Levaduras osmófilas, ufc/g	5	2	10	10 <sup>2</sup>
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)

Fuente: NTP 203.047 1991 (revisada el 2017)