

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



TESIS:

Optimización del fritado por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón variedad yungay, utilizando la metodología de superficie de respuesta

Para optar el título profesional de:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR:
Bach. Fredy CANCHO CUBA
Bach. Freddy Eduardo VASQUEZ GUILLEN

ASESOR:
Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

Dedico en primer lugar a Dios, por su bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien, en segundo lugar, a mis padres: Dacio Manaquias Cancho Gonzales y a Agripina Cuba Taquiri por su apoyo incondicional y moral, en tercer lugar, a mis hermanos por su apoyo emocional y comprensión para seguir adelante con mis estudios y por último a mi asesor por las enseñanzas y las guías para lograr mi objetivo.

Fredy Cancho Cuba.

Este trabajo está dedicado especialmente a Dios padre por darme la sabiduría, el entendimiento y la fuerza para sacar adelante esta tesis; a mis padres, esposa, hija e hijo por el apoyo incondicional, la moral, la confianza que depositaron en mí y por recordarme siempre que todos los logros de la vida requieren de un esfuerzo y sacrificio.

Freddy Eduardo Vásquez Guillén.

AGRADECIMIENTO

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, por impartirnos sus conocimientos durante nuestra formación académica.

Al apoyo, compromiso y perseverancia del Dr. Antonio Jesús, MATOS ALEJANDRO asesor de este trabajo, quien nos orientó en este estudio de investigación.

A los jurados de tesis, al Dr. Wilfredo Trasmonte Pinday, al Mg. Julio Pablo Godenzi Vargas y al Mg. Hugo Rodolfo Oriundo Mamani, por el apoyo y las recomendaciones para la finalización satisfactoria del trabajo de investigación.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar los efectos de la temperatura, tiempo y masa en la optimización del fritado por inmersión de la papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón en la variedad yungay, evaluando características físicas, químicas y sensoriales, utilizando el método estadístico de superficie de respuesta (SR) con el Software Statgraphics Centurión XVI.I.

Las papas procedieron del distrito de Luis Carranza – La Mar - Ayacucho, y se realizaron las siguientes operaciones: recepción, lavado/seleccionado, pelado, Inspeccionado y repasado, trozado, clasificado, lavado, escaldado, fritado (sometidas a diferentes temperaturas, tiempos de fritado y pesado), escurrido 02, enfriado, congelado y embolsado.

Durante la investigación, se determinó con el Software Statgraphics Centurión XVI.I, 20 tratamientos mediante el análisis estadístico en diseño compuesto central rotatable (DCCR) de la metodología de superficie de respuesta (MSR), obteniendo resultados en el nivel óptimo en la parte experimental, trabajando con la variable independiente con valores mínimos y máximos.

Los resultados indicaron que se lograron los niveles óptimos de textura (5,43 mm de profundidad) se obtuvo con 149,77 °C, 6,02 minutos y 2,12 kg; el resultado en azúcar reductor su nivel óptimo fue (0,58 %), al utilizar 149,77°C, 5,48 minutos y 0,66 kg; el resultado en acidez total de ácido oleico su nivel óptimo fue (0,85%), al utilizar 200,23°C, 2,58 minutos y 0,66 kg; el resultado en índice de peróxido su nivel óptimo fue (1,55 meq O₂/kg), con 157,23°C, 0,97 minutos y 1,42 kg; el resultado en olor su nivel óptimo fue (7,08 escala hedónica), al utilizar 157,72°C, 0,98 minutos y 2,34 kg; el resultado en color su nivel óptimo fue (7,69 escala hedónica), al utilizar 158,00°C, 0,98 minutos y 2,34 kg; en cuanto al sabor su nivel óptimo fue (7,27 escala hedónica), al utilizar 159,54°C, 3,68 minutos y 2,34 kg.

Palabra clave: papa, optimización, temperatura, tiempo y masa.

ABSTRACT

This research aims to evaluate the effects of temperature, time, and mass on optimizing the immersion frying of the Yungay variety of potato (*Solanum tuberosum*), assessing physical, chemical, and sensory characteristics using the response surface methodology (RSM) with Statgraphics Centurion XVI.I software.

The potatoes came from the Luis Carranza district – La Mar - Ayacucho, and the following operations were carried out: reception, washing/selection, peeling, inspection and review, chopping, classifying, washing, blanching, frying (subjected to different temperatures, frying times and weighing), draining, cooling, freezing and bagging.

During the investigation, 20 treatments were determined using the Statgraphics Centurion XVI.I software through statistical analysis in a central composite rotatable design (CCRD) of the response surface methodology (RSM), obtaining results at the optimal level in the experimental part, working with the independent variable with minimum and maximum values.

The results indicated that the optimal texture levels (5,43 mm depth) were achieved with 149,77 °C, 6,02 minutes and 2,12 kg; the optimal level for reducing sugar was (0,58%), using 149,77°C, 5,48 minutes and 0,66 kg; the optimal level for total oleic acidity was (0,85%), using 200,23°C, 2,58 minutes and 0,66 kg; the optimal level for peroxide value was (1,55 meq O₂/kg), with 157,23°C, 0,97 minutes and 1,42 kg; the optimal level for odor was (7,08 on the hedonic scale), using 157,72°C, 0,98 minutes and 2,34 kg; The optimal color level was (7,69 on the hedonic scale), using 158,00°C, 0,98 minutes and 2,34 kg; as for the flavor, the optimal level was (7,27 on the hedonic scale), using 159,54°C, 3,68 minutes and 2,34 kg.

Keywords: potato, optimization, temperature, time and mass.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
Carátula	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
2.1.1. A Nivel Internacional	3
2.1.2. A Nivel Nacional.....	9
2.2. LA PAPA (<i>Solanum tuberosum</i>).....	10
2.2.1. Clasificación Taxonómica	11
2.2.2. Composición Química de la Papa	11
2.2.3. Análisis Físicoquímico de la Papa	12
2.3. IMPORTANCIA DE LA PAPA	13
2.3.1. Importancia Económica	13
2.4. PRODUCCIÓN DE LA PAPA.....	14
2.4.1. Producción Mundial	14
2.4.2. Producción Nacional	14
2.5. PAPA YUNGAY	14
2.5.1. Cultivares Tolerantes	15
2.6. PAPAS FRITAS	15
2.6.1. Origen de las papas fritas.....	15
2.6.2. Origen de las Papas Tipo French Fries Congeladas	16
2.6.3. Mercado Mundial de las Papas Tipo French Fries Congeladas	16
2.6.4. Proceso de la Fritura.....	16
2.7. Fritado por inmersión:.....	18

2.8.	Análisis sensorial	18
2.9.	Flujograma cualitativo para elaboración de las Papas Fritas	21
2.10.	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS	22
2.11.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS TÉCNICOS	24
2.11.1.	Metodología de Superficie de Respuesta	24
2.11.2.	Diseño Central Compuesto Rotable (DCCR)	25
2.11.3.	Software Statgraphics Centurión XVI.I.	26
	CAPÍTULO III	28
	MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	28
3.2.	MATERIALES	28
3.2.1.	Materiales	28
3.2.2.	Equipos	29
3.2.3.	Reactivos	30
3.2.4.	Soluciones	30
3.3.	PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	30
3.3.1	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	31
3.3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	31
3.3.3.	TIPO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	31
3.4.	MÉTODOLOGÍA EXPERIMENTAL	31
3.4.1.	Recepción:	35
3.4.2.	Lavado y Seleccionado:	35
3.4.3.	Pelado	36
3.4.4.	inspección y Repasado	36
3.4.5.	Trozado	36
3.4.6.	Clasificado	37
3.4.7.	Lavado	37
3.4.8.	Escaldado	37
3.4.9.	Ecurrido 1	38
3.4.10.	Fritado	38
3.4.11.	Ecurrido 2	40
3.4.12.	Enfriado	40
3.4.13.	Congelado	41

3.4.14. Envasado	41
3.5. DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y SENSORIALES	41
3.5.1. Determinación de acidez total (NTP 209.005.2016)	41
3.5.2. Determinación del índice de peróxido (NTP 209.006.2011)	42
3.5.3. Determinación del azúcar reductor	43
3.5.4. Determinación de textura.....	45
3.5.5. Determinación de la evaluación sensorial.....	46
 CAPÍTULO IV	 48
 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	 48
4.1. RESULTADOS DE NÚMERO DE TRATAMIENTOS	48
4.2. Textura del fritado de papas.....	50
4.2.1. Efectos estimados de cada variable y sus interacciones	50
4.2.2. Análisis de varianza para la textura	52
4.2.3. Carta estandarizada de Pareto para la textura	53
4.2.4. Coeficiente de regresión para la textura	53
4.2.5. Superficie de respuesta estimada para la textura	54
4.2.6. Optimización de la respuesta para la textura.....	56
4.3. Azúcar reductor del fritado de papas	57
4.3.1. Efectos estimados de cada variable y sus interacciones para azúcares reductores	57
4.3.2. Análisis de varianza para azúcar reductor	58
4.3.3. Carta estandarizada de Pareto para azúcar reductor	59
4.3.4. Coeficiente de regresión para azúcar reductor.....	60
4.3.5. Superficie de respuesta estimada para azúcar reductor	61
4.3.6. Optimización de la respuesta para azúcar reductor	63
4.4. Acidez del fritado de papas	63
4.4.1. Efectos estimados de cada variable y sus interacciones	63
4.4.2. Análisis de varianza para la acidez total.....	65
4.4.3. Carta estandarizada de Pareto para la acidez total.....	66
4.4.4. Coeficiente de regresión para la acidez.....	67
4.4.5. Superficie de respuesta estimada para la acidez	68
4.4.6. Optimización de la respuesta para la acidez total	70
4.5. Índice de peróxido para el fritado de papas	71

4.5.1. Efectos estimados de cada variable y sus interacciones	71
4.5.2. Análisis de varianza para el índice de peróxido	72
4.5.3. Carta estandarizada de Pareto para el índice de peróxido	73
4.5.4. Coeficiente de regresión para el índice de peróxido	74
4.5.5. Superficie de respuesta estimada para el índice de peróxido.....	75
4.5.6. Optimización de la respuesta del índice de peróxido	77
4.6. Olor del frito de papas	77
4.6.1. Efectos estimados de cada variable y sus interacciones	77
4.6.2. Análisis de varianza para el olor	79
4.6.3. Carta estandarizada de Pareto para el olor	80
4.6.4. Coeficiente de regresión para el olor	81
4.6.5. Superficie de respuesta estimada para el olor	82
4.6.6. Optimización de la respuesta de frito para el olor	84
4.7. Color de frito de las papas	84
4.7.1. Efectos estimados de cada variable y sus interacciones	84
4.7.2. Análisis de varianza para el color	86
4.7.3. Carta estandarizada de Pareto para el color	87
4.7.4. Coeficiente de regresión para el color	87
4.7.5. Superficie de respuesta estimada para el color.....	88
4.7.6. Optimización de la respuesta del frito de papas para el color.....	90
4.8. Sabor del frito de papas	91
4.8.1. Efectos estimados de cada variable y sus interacciones	91
4.8.2. Análisis de varianza del frito para el sabor	92
4.8.3. Carta estandarizada de Pareto para el sabor	94
4.8.4. Coeficiente de regresión para el sabor	94
4.8.5. Superficie de respuesta estimada para el sabor	95
4.8.6. Optimización de la respuesta del frito para el sabor	97
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101
ANEXOS.....	106

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Clasificación Taxonómica de la papa.....	11
Tabla 2 Composición Química de la papa.....	11
Tabla 3 Características Agronómicas.....	15
Tabla 4 Variables, indicadores y escala de medición de la papa frita y aceite	31
Tabla 5 Diseño experimental	33
Tabla 6 Escala hedónica de 7 puntos utilizada para la evaluación sensorial en olor, color y sabor de papas fritas.....	46
Tabla 7 Resultados experimentales utilizando la metodología de superficie de respuesta en el fritado por inmersión de papa	49
Tabla 8 Efectos estimados para la textura.	50
Tabla 9 Análisis de varianza para textura.	52
Tabla 10 Coeficiente de regresión para textura.	53
Tabla 11 Condiciones de optimización de la textura.....	56
Tabla 12 Efectos estimados para azúcar reductor (%).	57
Tabla 13 Análisis de varianza para azúcar reductor.	59
Tabla 14 Coeficiente de regresión para azúcar reductor.	60
Tabla 15 Condiciones de optimización del azúcar reductor.....	63
Tabla 16 Efectos estimados para la acidez (%)	64
Tabla 17 Análisis de varianza para acidez total (%)	66
Tabla 18 Coeficiente de regresión para acidez total (%)	67
Tabla 19 Condiciones de optimización de la acidez total (%).....	70
Tabla 20 Efectos estimados para índice de peróxido (meq O ₂ /kg).....	71
Tabla 21 Análisis de varianza para índice de peróxido (meq O ₂ /kg).....	73
Tabla 22 Coeficiente de regresión para índice de peróxido (meq O ₂ /kg).....	74

Tabla 23 Condiciones de optimización del índice de peróxido (meq O ₂ /kg).	77
Tabla 24 Efectos estimados para olor.	78
Tabla 25 Análisis de varianza para olor.....	80
Tabla 26 Coeficiente de regresión para olor.	81
Tabla 27 Condiciones de optimización de olor.....	84
Tabla 28 Efectos estimados para color.	84
Tabla 29 Análisis de varianza del fritado de papas en el color.....	86
Tabla 30 Coeficiente de regresión para color.....	87
Tabla 31 Condiciones de optimización de color.	90
Tabla 32 Efectos estimados para sabor.	91
Tabla 33 Análisis de varianza para sabor.	93
Tabla 34 Coeficiente de regresión para sabor.	94
Tabla 35 Condiciones de optimización de sabor.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Sección transversal esquematizada de un trozo de comida durante el proceso de fritura (derecha). Imagen de microscopio electrónico de una sección transversal de la corteza de una patata frita (izquierda).....	17
Figura 2 Diagrama de flujo para elaboración de fritado de papa	21
Figura 3 Diagrama de flujo cuantitativo del proceso de elaboración de papas fritas	34
Figura 4 Recepción de la papa yungay.....	35
Figura 5 Lavado de la papa.....	36
Figura 6 Pelado de la papa.	36
Figura 7 Corte uniforme de la papa yungay.....	37
Figura 8 Escaldado uniforme de la papa yungay.....	38
Figura 9 Escurrido de la papa.	38
Figura 10 Control de la temperatura del aceite para el fritado.	39
Figura 11 Control del tiempo y la temperatura durante el proceso de fritado.....	40
Figura 12 Enfriado de la papa frita.	41
Figura 13 Medición de la textura de la papa frita.	46
Figura 14 Efectos principales del fritado de papas en la textura.	51
Figura 15 Carta estandarizada de Pareto para textura.	53
Figura 16 Superficie de respuesta estimada para la textura.	55
Figura 17 Contornos de la superficie de respuesta estimada para la textura (temperatura de fritado, tiempo de exposición y la masa constante del producto).....	55
Figura 18 Efectos principales de fritado de papas en el azúcar reductor.	58
Figura 19 Carta estandarizada de Pareto para azúcar reductor.	60
Figura 20 Superficie de respuesta estimada para azúcar reductor.....	62

Figura 21 Contornos de la superficie de respuesta estimada para azúcar reductor (temperatura de fritado, tiempo de exposición y la masa constante del producto).	62
Figura 22 Efectos principales de fritado de papas en la acidez total (%)......	65
Figura 23 Carta estandarizada de Pareto para acidez (%)	67
Figura 24 Superficie de respuesta estimada para acidez total (%)	69
Figura 25 Contornos de la superficie de respuesta estimada para acidez (temperatura de fritado, tiempo de exposición y la masa constante del producto)..	69
Figura 26 Efectos principales de fritado de papas en el para índice de peróxido (meq O ₂ /kg)......	72
Figura 27 Carta estandarizada de Pareto para índice de peróxido (meq O ₂ /kg). ...	74
Figura 28 Superficie de respuesta estimada para índice de peróxido (meq O ₂ /kg).	76
Figura 29 Contornos de la superficie de respuesta estimada para índice de peróxido (temperatura de fritado, tiempo de exposición y la masa constante del producto)......	76
Figura 30 Efectos principales del fritado de papas en el olor.	79
Figura 31 Carta estandarizada de Pareto para olor.....	81
Figura 32 Superficie de respuesta estimada para olor.	83
Figura 33 Contornos de la superficie de respuesta estimada para olor (temperatura de fritado, tiempo de exposición y la masa constante del producto).....	83
Figura 34 Efectos principales del fritado de papas en el color.	85
Figura 35 Carta estandarizada de Pareto para color.....	87
Figura 36 Superficie de respuesta estimada para color.	89
Figura 37 Contornos de la superficie de respuesta estimada para color (temperatura de fritado, tiempo de exposición y la masa constante del producto).	89
Figura 38 Efectos principales del fritado de papas en el sabor.....	92
Figura 39 Carta estandarizada de Pareto para sabor.	94
Figura 40 Superficie de respuesta estimada para sabor.....	96

Figura 41 Contornos de la superficie de respuesta estimada para sabor (temperatura de fritado, tiempo de exposición y la masa constante del producto).	96
Figura 42 Proceso de preparación de la solución de NaOH a 1N.	106
Figura 43 Proceso de preparación de la solución de NaOH 0,1N.	106
Figura 44 <i>Valoración de la solución de Fehling con solución de glucosa al 1% p/v para</i> Determinar el blanco con el cual se determinarán los azúcares reductores en la papa frita.	107
Figura 45 Valoración del aceite extraído del fritado con NaOH 0,1N para determinar el porcentaje de acidez presentes.	109
Figura 46 Valoración de la muestra acondicionada con tiosulfato de sodio para determinar el índice de peróxido presente.	111

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Actualmente la papa ocupa el cuarto lugar en importancia como cultivo alimenticio a nivel mundial, después del trigo y el arroz, abarcando más de 150 países. La papa en el Perú tiene una gran producción anual: 4,5 millones de toneladas, según datos reportados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2025). En el Perú se cultivan más de 3,600 variedades de papa, de las cuales alrededor de 300 son nativas y presentan una amplia gama de colores. Entre los tubérculos andinos, las papas modernas o híbridas son las más consumidas por la población, destacando variedades como Canchan, Yungay, Andina, Perricholi y Única, debido a su gran versatilidad en la preparación de diversos platos gastronómicos.

Según Melo (2012), el consumo mundial de papas frescas es sustituido por productos procesados, tales como hojuelas fritas, papa pre fritas, congeladas y deshidratadas.

Actualmente, el Perú ha experimentado un incremento en diversas actividades productivas, lo que ha generado una gran oportunidad contribuyendo al desarrollo económico y social de la población. Este desarrollo ha contribuido al aumento demográfico, pasando de 28 211 000 habitantes en 2007 a 34 350 244 en 2025, según las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Este incremento también ha impulsado el consumo de productos básicos, entre ellos la papa, considerada uno de los principales alimentos emblemáticos del Perú. Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), la producción de papa alcanzó los 6,58 millones de toneladas el año 2024, representando el año de mayor producción en toda la data registrada.

La investigación desarrollada es una alternativa para darle una mejora tecnológica a la papa (*Solanum tuberosum*) de la variedad yungay. El trabajo incide en tres variables independientes (temperatura, tiempo y masa durante el fritado), con factores dependientes de textura, azúcar reductor, acidez e índice de peróxido y atributos de calidad. Existen muchos trabajos de investigación tanto nacionales e internacionales, sin embargo, nuestra región no cuenta con antecedentes.

Por ello, el objetivo general de la investigación es evaluar el efecto de la temperatura, tiempo y masa en la optimización del fritado por inmersión de papa tipo bastón de la variedad yungay, de sus características físicas, químicas y sensoriales para evaluar su calidad, utilizando la metodología de superficie de respuesta (SR), planteándose los siguientes objetivos específicos:

- Examinar el efecto de la temperatura, tiempo y masa para determinar su nivel óptimo de la característica física (textura) en el fritado por inmersión de la papa tipo bastón de la variedad yungay, utilizando la metodología de superficie y respuesta
- Evaluar el efecto de la temperatura, tiempo y masa para determinar su nivel óptimo de las características químicas (azúcar reductor, acidez, índice de peróxido) en el fritado por inmersión de la papa tipo bastón de la variedad yungay, utilizando la metodología de superficie y respuesta
- Conocer el efecto de la temperatura, tiempo y masa para determinar su nivel óptimo de las características sensoriales (olor, color y sabor) en el fritado por inmersión de la papa tipo bastón de la variedad yungay, utilizando la metodología de superficie y respuesta.

Las pruebas se planificaron empleando de acuerdo al Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR), el cual nos permitió optimizar de manera eficiente y exacta de la condición experimental.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. A Nivel Internacional

Trincherero et al. (2007), investigaron las “características sensoriales de papas fritas tipo bastones”. El objetivo de este estudio fue caracterizar sensorialmente papas fritas elaboradas con distintas variedades, aplicando la metodología de análisis descriptivo cuantitativo. Para ello se emplearon escalas no estructuradas de 10 cm, ancladas en los extremos con términos descriptivos. La capacidad de los jueces se evaluó mediante tres repeticiones, analizando su reproducibilidad ($p \geq 0,05$) y capacidad discriminatoria ($p \leq 0,50$), utilizando un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores (muestra y sesión) para cada evaluador y atributo, realizando el fritado de papa de longitud 10 centímetros de largo en aceite de girasol a 180°C durante 5 minutos obteniendo excelentes resultados en las características de las papas de variedad frita Inta, Kennebec, Spunta y Shepody. La diversidad Spunta presenta una mayor intensidad en el color externo. Se identificaron diferencias significativas ($p < 0,01$) entre las siguientes combinaciones: Kennebec y Spunta; Kennebec y Shepody; Spunta y Shepody; Spunta y Frita Inta; así como entre Frita Inta y Shepody.

Para la crocancia se identificó diferencia significativa ($p = 0,04$) de la combinación Spunta y Frita Inta, siendo esta última la más crocante. Concluyendo que los bastones de la variedad Frita Inta se caracterizan principalmente por los atributos que definen su textura tales como granulosidad, crocancia, firmeza y harinosidad. Por otro lado, Spunta está caracterizada con mayor longitud de bastón y por atributos como bastón húmedo, mayor absorción de aceite residual y presentando

color más fuerte. Para Kennebec el resultado en humedad, aceitocidad y granulosidad fueron intermedios. Los resultados para Shepody, se obtuvo batones de un tamaño similar de Spunta y un similar color claro externo.

Según, Silva et al. (2005) su objetivo fue controlar el pardeamiento enzimático en la variedad de papa 'fripapa' para mejorar su calidad industrial y vida útil. El enzima causante del pardeamiento enzimático, es el polifenol oxidasa (PPO), produce pigmentos oscuros indeseables en los alimentos procesados, el estudio se centro en aplicar diferentes métodos físicos y químicos para inhibir la actividad de la PPO, donde se evaluaron factores clave que afectan la velocidad del pardeamiento enzimático, como Ph, temperatura y adición de agentes químicos como antioxidantes o complejantes; llegando a la conclusión que en la variedad I - Fripapa el pardeamiento enzimático, se puede controlar eficazmente mediante la aplicación de métodos específicos que inhiben la actividad de la enzima polifenol oxidasa y es fundamental la reducción del almidón presente en los bastones de las papas por medio de cinco enjuagues consecutivos. Es fundamental lavar los palitos de patata cinco veces, para así obtener un enjuague de agua pura y cloro para eliminar el almidón. Uno de los mejores métodos consiste en sumergir la patata en una solución inhibidora que contenga un 0,05 % de hipoclorito de sodio y un 0,01 % de metabisulfito de sodio durante 30 minutos. Esto preserva la textura de la patata.

Suárez et al. (2009), plantearon como objetivo de este trabajo es establecer la variabilidad alélica en los genes del polifenol oxidasa específicos de los tubérculos, investigar los componentes bioquímicos asociados al oscurecimiento y caracterizar el comportamiento de las patatas autóctonas en respuesta al oscurecimiento enzimático mediante análisis colorimétrico. Se midió la actividad de la PPO en 1 g de pulpa y piel de microtubérculos mediante espectrofotometría con dos réplicas independientes, y se evaluaron veinte variedades locales de *Solanum tuberosum* ssp. *andigenum*. Se utilizó la siguiente fórmula junto con una tabla de colores del Institut für Pflanzenschutz und Saatgutforschung der FAL Braunschweig Volkenrode (Pérezold, 1973) para evaluar el índice de oxidación (IO): IO es igual a (valor de intensidad del color menos valor del color) más 16. Se evaluaron rodajas de patata de 10 mm de diámetro en dos repeticiones separadas a los 15, 30, 45 y 60 minutos. Los valores obtenidos variaron de 0 (marrón oscuro) a 24 (blanco). Se determinó que, entre los genotipos elegidos, había variaciones notables en la actividad de la PPO y el IO, presentando un mejor rendimiento frente al oscurecimiento enzimático.

Las áreas expandidas del gen PPO también mostraron variabilidad genética. No obstante, aún no se ha encontrado ninguna correlación entre las bandas y el IO o la actividad de la PPO.

Según, Paula y Conti-Silva (2014), tuvieron como objetivo evaluar el perfil de textura de los snacks extruidos, se analizó la textura de 11 snacks comercial con ensayos de punción con sondas e instrumentos sensoriales mediante análisis descriptivo evaluando la fracturabilidad, crujiente, masticabilidad y ductilidad; Los snacks extruidos se analizaron mediante el texturómetro TAXT2i (Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido), Las medias de los atributos sensoriales y de la textura se compararon mediante análisis de varianza seguido de la prueba de Tukey (diferencia significativa cuando $p \leq 0,05$), utilizando el software PASW Statistics 18 (SPSS Inc.), ya que todos los datos siguen una distribución gaussiana. Los atributos sensoriales de fracturabilidad, dieron como resultado de una variación de 6,7 y 3,7, y para las mediciones instrumentales fueron de 3,7 N a 12,8 N, demostrando una similitud en los atributos sensoriales. Para la dureza, los valores sensoriales obtenidos variaron entre 1,8 y 4,2 y las mediciones instrumentales fueron de 13,0 N a 45,7 N. Los resultados para fuerzas instrumentales derivadas de las pruebas de corte se correlacionan fuertemente con atributos sensoriales, y que la dureza y la adhesividad presentan correlaciones con la prueba de Warner–Bratzler que utiliza una sonda en forma de "V", mientras que la fracturabilidad y la masticabilidad se correlacionan con la prueba de Warner–Bratzler usando guillotina. Las correlaciones bastante fuertes permiten la aplicación de estas pruebas instrumentales como indicador de la textura sensorial de los aperitivos extruidos, lo que facilita comparaciones entre trabajos científicos y permite a las industrias producir aperitivos extruidos con características sensoriales deseables en la textura.

Mientras que Vaitkevičienė et al. (2022), cuyo objetivo fue examinar el efecto del cultivar y los diferentes espesores de cortes y las temperaturas de fritura sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de las patatas fritas de colores; se realizaron experimentos de fritura a 160 y 180 °C utilizando rodajas de patata con grosores de 1,00 y 2,00 mm. Se utilizaron las muestras de patatas fritas procesadas bajo diferentes condiciones. Los resultados mostraron que, significativamente ($p < 0,05$), las mayores cantidades de contenido fenólico total, antocianinas totales, materia seca y almidón se acumularon en tubérculos crudos de patata cv. Blau

Anneliese. La cantidad de grasa en las patatas fritas era mayor cuando se freían a 160 °C que a 180 °C. Patatas fritas procesadas de patatas CVS. Blaue Anneliese y Rosemarie mostraron un color típico como materia prima. La dureza de las astillas aumentó significativamente ($p < 0,05$) con el aumento del espesor del rebanado y temperatura de la fritura, una alta temperatura del fritado de la papa disminuyó la dureza de los cultivos Valfi y Rosemarie, aumentado en los cultivos de Blaue Anneliese. El sabor, olor y color de las astillas de 1 mm de CV. Blaue Anneliese frita a 180 °C obtuvo la máxima valoración, encontrándose una variación entre 2,75 N a 8,77 N, en la dureza evaluada en chips de tubérculos. Por último, para la producción de patatas fritas de carne coloreada, se recomienda un grosor de rodaja de 1 mm y una temperatura de fritura de 160 °C.

Paz et al. (2001) desarrollaron un trabajo de investigación, su objetivo fue examinar el impacto de la "influencia del grado de insaturación de la grasa de fritura en la estabilidad oxidativa durante el almacenamiento". Analizando la estabilidad oxidativa de las patatas fritas preparadas con aceites de girasol (AG) y girasol parcialmente hidrogenado (AGPH). Las patatas se mantienen a tres temperaturas diferentes: -23 °C como control, 40 °C en un horno de aire forzado y temperatura ambiente con luz. En el examen se utilizaron enfoques químicos y sensoriales. Ocho jueces con formación en el producto investigado formaron el panel analítico, que utilizó la prueba de olor y sabor rancios. La acidez libre (AGL) y el índice de peróxido (IP) fueron los resultados analíticos. Al final del turno de fritura se observó un aumento de las moléculas polares y del índice de anisidina, que fue mayor para el AG que para el AGPH.

Los resultados indicaron que, tras 180 días de almacenamiento de las patatas fritas fabricadas con AG, el panel analítico descubrió una diferencia sustancial en el olor y el sabor rancios en comparación con el control, lo que fue confirmado por el panel de consumidores ampliado. Incluso después de 210 días de almacenamiento, no se observó ningún cambio apreciable en el AGPH. El panel sensorial concluyó que el olor y el sabor rancios se detectaron durante la fase de inducción de la oxidación porque las propiedades químicas del aceite extraído en el momento cero eran, como se esperaba, muy similares a las de los aceites de fritura en ambos casos, con niveles de índice de peróxido de 40 meq O₂/kg, determinando así más olor y sabor rancio.

Mellena (2003), el objetivo es revisar el mecanismo y la reducción de la absorción de grasa en alimentos fritos. En alimentos como las papas fritas, la mayor parte de la grasa de fritura se absorbe al retirar el alimento de la grasa. Por lo tanto, se logran reducciones significativas en la absorción de grasa mediante un buen drenaje, usando papel absorbente, manteniendo la temperatura del aceite alta (175°C - 180°C) y aplicando tratamientos de pre-fritura como el secado o la adición de hidrocoloides.

Moyano et al. (2006), investigan como la temperatura influye en la absorción de grasa de papas a la francesa fritas, escaldadas y secas durante la fritura. Rodajas de patata escaldadas en agua caliente (85 °C, 3,5 min) y rodajas de patata escaldadas (85 °C, 3,5 min) y luego secadas hasta obtener humedad de 60 g/100 g (base húmeda), se frieron en aceite de girasol a 120, 150 y 180 °C. Un tratamiento de control consistió en rodajas de patata sin escaldar sin el tratamiento de presecado (muestras frescas). Se estudió aplicando dos modelos cinéticos empíricos para ajustar la absorción de aceite durante proceso de la fritura: (i) un modelo de primer orden; (ii) un modelo propuesto, con un comportamiento temporal lineal para tiempos cortos, mientras que independiente del tiempo para tiempos largos, Llegaron a la conclusión de que cuanto más baja era la temperatura de fritura, mayor era el contenido de grasa; tras 40 segundos de fritura a 120 °C, 150 °C y 180 °C, descubrieron que cuanto más alta era la temperatura, mayor era la absorción de grasa en los rollos de harina (un alimento muy popular en la India), con tasas de absorción del 42,22 %, 45,70 % y 50,36 % a 165 °C, 175 °C y 185 °C, respectivamente.

Bunger et al. (2003), el objetivo fue determinar la concentración y duración óptimas del remojo con NaCl para obtener la mejor textura y la menor absorción de aceite, Las tiras de patata se remojaron en soluciones de NaCl al 3%, 5% o 7% a 25 °C antes de freírlas para estudiar su efecto en la absorción de aceite. Las respuestas sensoriales indicaron que la mejor textura y la menor absorción de aceite se obtuvieron con una solución de NaCl al 3% durante 50 min. El remojo no afectó ($P < 0,05$) al color (L^* , a^* y b^*) ni a la reducción de humedad durante el fritado a 180 °C. El remojo redujo la absorción del aceite significativamente de 0,13 a 0,10 g de aceite/g de materia seca y aumentó los parámetros de textura medidos (dureza para penetrar ambas cortezas y rigidez inicial y de trabajo). La aceptabilidad sensorial no fue diferente ($P < 0,05$) entre el producto remojado y una muestra comercial.

Concluyendo que el remojo de tiras de papa en una solución de NaCl en las mejores condiciones encontradas (concentración de NaCl al 3 % p/p y 50 min de remojo) redujo la absorción de aceite y mejoró la dureza y la textura de las papas fritas, sin modificar el color, humedad ni la aceptabilidad sensorial, indicando que los criterios principales para determinar la calidad de las patatas fritas son la textura, color y el contenido de aceite. Las buenas patatas fritas deben tener un interior húmedo y suave y la superficie crocante de entre 1 y 2mm de grosor que contenga la mayor parte del aceite.

Ortega et al. (2019) realizaron un estudio del “efecto de la deshidratación osmótica y la temperatura sobre el color y la fuerza máxima de fractura de rodajas de yuca en freído por inmersión”. El objetivo fue determinar los cambios del fritado en la yuca variedad ICA – costeño, la fragilidad y la temperatura de fritura, empleando la deshidratación osmótica con antelación al fritado, donde las rodajas de yuca se deshidrataron durante cuatro horas a una temperatura de 30 °C en una solución de cloruro de sodio al 3 % p/p con una proporción de muestra/solución de 1:20. Durante 240 segundos, se frieron en aceite de palma a 140, 160 y 180 °C. haciendo el uso de un equipo texturómetro (Shimadzu EZ Test®) para cuantificar la resistencia máxima a la fractura y se utilizó visión artificial para determinar el color. La deshidratación osmótica solo afectó significativamente ($p < 0,05$) a la resistencia máxima a la fractura de la rodaja de yuca, mientras que la temperatura de fritura afectó significativamente ($p < 0,05$) a los cambios de color. Esto llevó a la conclusión de que la deshidratación osmótica no tuvo un efecto significativo en los cambios de color, pero sí tuvo un efecto significativo en los cambios en la resistencia máxima normalizada de la rodaja de yuca frita de la variedad ICA-costeña. Las variaciones de color y la resistencia máxima normalizada a la rotura de las rodajas de yuca fritas se vieron significativamente influenciadas por la temperatura de fritura. Cuando la temperatura del aceite de fritura es más alta, los cambios finales de color son más pronunciados. Por el contrario, las rodajas mostraron una mayor resistencia máxima normalizada a la rotura y se ablandaron y endurecieron más rápidamente a temperaturas de fritura más altas. Los datos experimentales sobre los cambios de color y la resistencia máxima normalizada a la rotura durante la fritura de las rodajas de yuca de la variedad estudiada se ajustaron utilizando los modelos sugeridos.

2.1.2. A Nivel Nacional

Para Ávalos (2014), investigó la “influencia del secado previo y del tiempo de fritura en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de rebanadas de papa (*solanum tuberosum*) frita variedad huevo de indio”. Teniendo como objetivo de determinar el impacto del pre secado y duración del frito de las propiedades fisicoquímicas y la aceptación general de las rodajas de patata frita. Los ejemplares de papa fueron seleccionadas, clasificadas, lavadas, peladas, rebanadas, secadas previamente y sometidas a tres tiempos de fritura (190 °C, 2 min; 190 °C, 2.15 min y 190 °C, 2.30 min). Previo al proceso de fritura, las muestras se dividieron en dos lotes, solo uno de ellos fue secado a 60 °C durante 45 minutos teniendo como resultado la humedad de 67% en base húmeda, En este estudio se utilizó un diseño estadístico factorial 2 x 3 con tres repeticiones. Se realizó la prueba de Levene para evaluar la homogeneidad de las varianzas y se utilizó un análisis de varianza para evaluar el impacto del tiempo de presecado y fritura en la absorción de aceite, el contenido de humedad y la dureza de las rodajas de patatas fritas de la variedad Huevo de indio; el estudio de secado previo a la fritura nos indica que, la papa sometida a altas temperaturas por corto tiempo da mejor calidad y resultado durante la fritura. Con estas variables de temperatura y tiempo se determinó que el secado previo afectó en gran medida la dureza, el contenido de humedad, la absorción de aceite y el atractivo general de las rodajas de patatas fritas.

Peña et al. (2018) realizaron un estudio cuyo objetivo de este estudio es evaluar cómo las condiciones de escaldado afectan a la textura y el color de las patatas fritas congeladas. Para lograr las mejores condiciones de pretratamiento, se utilizó un diseño compuesto central rotativo. Las variables independientes fueron la temperatura de escaldado (80-90 °C) y la duración (2-5 minutos). Se utilizó un texturímetro para evaluar la dureza de las patatas fritas y un colorímetro para evaluar su brillo. Tanto la dureza como el brillo se ven afectados de manera estadísticamente significativa por la temperatura de escaldado, que tiene un efecto negativo y otro favorable, respectivamente. Para maximizar la textura y el color de las patatas fritas congeladas, los parámetros ideales de pretratamiento son una temperatura de escaldado de 92 °C y un tiempo de escaldado de 2,8 minutos. Esto indica que la temperatura ideal del aceite de fritura es de 140 a 180 °C, y que el tiempo de fritura depende de la variedad y el tamaño del producto. Mientras que las altas temperaturas provocan más reacciones de oscurecimiento en la superficie del producto, las temperaturas demasiado bajas alargan el tiempo de fritura. Además,

aconsejan utilizar acero inoxidable para el aparato de fritura con el fin de evitar el efecto catalítico de los iones de metales pesados. Asimismo, señalan que la proporción ideal entre patatas y aceite es de 1:10.

Ortega et al., (2015), investigaron las “características fisicoquímicas y evaluación de la actividad antioxidante del aceite de *Euterpe precatoria* Mart. Obtenido por diferentes métodos de extracción”. El objetivo fue evaluar diferentes métodos de extracción y determinar sus efectos sobre la composición fisicoquímica y actividad antioxidante, los resultados morfológicos indican longitudes, diámetros y peso de frutos iguales a 1,324 cm 1,425 cm y 1,797g, respectivamente. El análisis químico proximal se realizó a la pulpa seca, la cual fue utilizada para la extracción del aceite, los resultados fueron que la acidez es aceptable de acuerdo a la ficha técnica del aceite de asaí de la especie *Euterpe olaraceae*, que muestra un índice de acidez máximo de 10 mg KOH/g, puede utilizarse como norma para los aceites utilizados en cosméticos. Aunque el valor es elevado para los aceites destinados al consumo alimentario, el valor máximo permitido para los aceites destinados al uso cosmético es de 5 meq O₂/kg de aceite. El índice de peróxido del aceite obtenido mediante el método investigado fue inferior a 3,1 meq O₂/kg de aceite. Sin embargo, las características cualitativas de los aceites obtenidos mediante prensado y el método de prensado con pretratamiento enzimático, el color y el contenido de ácidos grasos libres no eran tan intensos como los del aceite extraído con disolventes. Según la norma NTP 209.006:1968 (actualizada en 2016), el índice para el consumo alimentario es significativamente más alto (hasta 15 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite). De los datos mencionados se desprende claramente que el índice de peróxido indica la calidad del aceite.

2.2. LA PAPA (*Solanum tuberosum*)

Nombre común : Papa.

Nombre científico: *Solanum tuberosum*.

De acuerdo con el Centro Internacional de la Papa (CIP, 2017), la papa pertenece a la familia de las solanáceas y es originaria de los Andes sudamericanos, donde comenzó a domesticarse por agricultores tradicionales hace aproximadamente 8 000 años. A finales del siglo XVI, los españoles introdujeron la planta en Europa como parte de exploraciones botánicas, y para el siglo XX su cultivo se había

expandido globalmente, convirtiéndose en una fuente abundante y económica de alimento.

Por su parte, el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2019) señala que en el Perú existen 6 408 variedades nativas de papa, aunque solo 729 cuentan con información sobre su procedencia y caracterización morfológica tanto de la planta como del tubérculo.

2.2.1. Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica de la papa se detalla a continuación:

Tabla 1

Clasificación Taxonómica de la papa

Categoría	Grupo
Reino	Plantae
División	Magoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanáceas
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>S. Tuberosum</i>
Nombre Científico	<i>Solanum tuberosum</i>

Fuente: Zhio (2011).

2.2.2. Composición Química de la Papa

La cantidad de carbohidratos de las patatas es elevada. Cuando se cosechan, contienen un 20 % de materia seca y un 80 % de agua. El almidón constituye entre el 60 % y el 80 % de esta materia seca. Las patatas son ricas en micronutrientes, especialmente en vitamina C. Si se consume con piel, una patata mediana de 150 g aporta los valores requeridos diarios de un 50%, para un adulto (100 mg). (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019).

La Tabla 2 se detalla la composición química de la papa

Tabla 2*Composición Química de la papa*

Componente químico	Papa
Agua	75,77 %
Carbohidratos	19,83 g
Proteínas	1,56 %
Grasas	0,25 %
Cenizas	1,23 %
Celulosa	1,34 %
Vitamina C	0,40 mg/100g
Vitamina B1	100 mg/100g
Vitamina B2	30 mg/100g
Calcio	8 mg/100g
Fósforo	56 mg/100g
Hierro	0,7 mg/100g
Valor energético	80 kcal/100g

Fuente: (Kalazich et al., 2016).

2.2.3. Análisis Fisicoquímico de la Papa

Cuando se trata de patatas, hay que tener en cuenta muchos factores, ya que la diversidad, las condiciones de cultivo (como la calidad de las semillas, el tipo de suelo, los fertilizantes, la temperatura, la humedad y la luz), el grado de madurez y las condiciones de almacenamiento pueden influir considerablemente en su composición química. (CIP, 1992; Pritchard et al., 1994).

Es importante diferenciar entre la calidad interna y externa del tubérculo en lo que respecta a los atributos de calidad que determinan el procesamiento de la papa. Las características físicas y químicas, como el color de la pulpa, el contenido de materia seca, el porcentaje de azúcares reductores, la sensibilidad al oscurecimiento enzimático y a las manchas negras, y la decoloración después de la cocción, determinan la calidad interna de la papa. La variedad y las condiciones de cultivo determinan cada uno de estos atributos cualitativos (Andrade, 1997).

Una alta concentración de almidón se asocia principalmente con los sólidos totales. Las patatas son una excelente fuente de energía debido a su alto contenido en almidón (Bu-Contreras y Rao, 2002).

Según algunos autores, el contenido de azúcar de varios cultivares de patata puede reducirse entre un 0,040 % y un 1 % del peso fresco (Rodríguez et al., 1997). Al freír, la presencia de azúcares reductores es crucial, ya que la cantidad de la

oxidación no enzimática se muestra al calentar el producto final y está relacionada con su contenido (Pritchard et al., 1994).

Se recomienda reducir las concentraciones de azúcar $S \leq 0,30 \%$ y $0,20 \%$ del peso fresco, respectivamente, para obtener patatas fritas y asadas congeladas de alta calidad (Rodríguez et al., 1997). Sin embargo, según Borruey et al. (2000), algunas variedades no tienen la misma calidad para freír.

Asimismo, Severini et al. (2005) menciona que, durante el proceso de fritura, el almidón experimenta modificaciones estructurales en las que los cristales de amilosa y amilopectina se reorganizan. Esta nueva configuración favorece la formación de un gel que actúa como barrera protectora, limitando la absorción de aceite durante la fritura.

Dado que el color y la textura son los factores de calidad más importantes en los productos procesados a base de patata, también son muy significativos, además del contenido en aceite. Uno de los fenómenos más importantes que se producen durante la preparación y el almacenamiento de los alimentos son las reacciones de oscurecimiento. El color de la patata frita viene determinado principalmente por reacciones de oscurecimiento no enzimáticas, influyendo directamente en la calidad del producto y constituyen un importante campo de estudio debido a sus implicaciones para la estabilidad de los alimentos, así como a aspectos relacionados con la nutrición y la salud (Van Boekel, 1998).

Friedman (2003), menciona que las reacciones de Maillard, que han sido relacionado con la síntesis de acrilamida en los alimentos, pueden detectarse por el color, que es fácil de evaluar.

2.3. IMPORTANCIA DE LA PAPA

2.3.1. Importancia Económica

Según el MINAGRI (2017), dentro del subsector agrícola, el Valor Bruto de la Producción en el año 2016 mostró que la papa representó el 10,6%, posicionándose como el segundo producto más importante de la agricultura nacional. El primer lugar lo ocupó el arroz, con una participación del 13,4%.

2.4. PRODUCCIÓN DE LA PAPA

2.4.1. Producción Mundial

De acuerdo con la Federación Colombiana de Productores de Papa (FEDEPAPA, 2017), la producción mundial de papa en el año 2017 alcanzó los 392 millones de toneladas. En este periodo, China se consolidó como el principal productor, con aproximadamente 100 millones de toneladas, impulsando significativamente el crecimiento global gracias al desarrollo agrícola de este país asiático.

2.4.2. Producción Nacional

Según MINAGRI (2025), el área cosechada de papa en el Perú durante la campaña 2024 fue de 337,665 ha y una utilidad promedio de 19,5 toneladas por hectárea. Siendo cultivadas un 90 % de este tubérculo en la sierra, sobresaliendo el grupo de las papas nativas.

Las actividades relacionadas con la producción de papa, junto con las más de 3,000 variedades que el Perú ofrece al mundo, generaron en el último año más de 26 millones de jornales y un valor bruto de producción de S/ 8,740 millones. Sin embargo, la sobreoferta limitó el crecimiento, ocasionando una caída en los precios; ante ello, el gobierno intervino adquiriendo los excedentes a precios favorables para los agricultores. Las mayores siembras se realizaron en los periodos de agosto a noviembre y de mayo a julio.

Por su parte, el MINAGRI (2025) señala que el 2024 alcanzó los 6,58 millones de toneladas en la producción de papa, posicionando al Perú como líder en Latinoamérica y en el puesto 16 a nivel mundial.

2.5. PAPA YUNGAY

Es el resultado final del cruce entre dos o más subespecies de papa o entre dos o más variedades nativas, utilizando esquemas de apareamiento adecuados y técnicas eficaces de evaluación y selección, con el fin de producir una mejorada variedad de papa que sea una solución en un plazo de diez años o menos a la escasez de producción de papa. A continuación, se describen los tipos de papa mejorados del Perú. (Cabrera & Escobal, 2002).

2.5.1. Cultivares Tolerantes

La variedad Yungay se adapta bien a los campos contaminados y tiene cierta tolerancia a los gusanos. Para aumentar el rendimiento y reducir la población de nematodos, debe combinarse con estrategias de control adicionales, como la aplicación de estiércol (Cabrera & Escobal, 2002).

Teniendo un rendimiento muy bueno de 30 a 40 t/ha (Cabrera & Escobal, 2002).

Tabla 3

Características Agronómicas

Variedad Yungay	
Origen	(Saskia x Earlina) x (Huagalina x Renacimiento)
Adaptación	Toda la sierra hasta 3700 msnm
Tubérculos	
Forma	Oval-chatos
Tamaño	Mediana o grandes
Ojos	Superficiales
Color de piel	Blanco amarillenta
Color de pulpa	Blanco cremosa
Materia seca	26%
Periodo vegetativo	Tardío 180 días

Fuente: Cabrera & Escobal (2002).

2.6. PAPAS FRITAS

2.6.1. Origen de las papas fritas

Las patatas fritas, ganaron popularidad en Francia a finales del siglo XVIII, es objeto de debate; algunas fuentes sugieren que podrían tener su origen en Bélgica. Durante la Primera Guerra Mundial, los belgas francófonos llevaron patatas fritas a los soldados estadounidenses, quienes las bautizaron como «French fries» (patatas fritas francesas). A finales del siglo XVIII, el presidente Thomas Jefferson incluso sirvió patatas fritas al estilo francés en la Casa Blanca. (McCain Foods, 2003).

2.6.2. Origen de las Papas Tipo French Fries Congeladas

En lo que respecta al proceso y venta de la papa tipo french fries congeladas, la empresa McCain fue pionera. En 1957, los hermanos fundaron McCain en Canadá, de Florenceville empezaron su propia empresa familiar, las ventas desde 1957, han ascendido desde US \$ 152,678 a US \$ 5,3 billones en el año 2001 (McCain Foods, 2003).

2.6.3. Mercado Mundial de las Papas Tipo French Fries Congeladas

Con grandes volúmenes de producción en todo el mundo, específicamente en Estados Unidos y Canadá, McCain Foods domina hoy en día el mercado mundial de las patatas fritas congeladas. McCain fabrica harina para puré de patatas y productos de puré de patatas con forma de números y caras sonrientes, además de patatas fritas congeladas de corte recto y ondulado. Se cree que estos subproductos se elaboran a partir de trozos de patata que no cumplen los requisitos para las patatas fritas congeladas. (McCain Foods, 2003).

El manejo de materia prima con propiedades comerciales en términos de sólidos solubles totales y contenido de almidón es una estrategia más eficaz para limitar la ingesta de calorías procedentes de la absorción de aceite en el caso de las patatas fritas. El tipo de método empleado y las características de cada variedad de patata están relacionados con la calidad de estos productos. El tamaño y la forma de los trozos de patata, la gravedad específica de la materia prima y el tiempo que se deja el producto en el aceite caliente suelen influir en la absorción de aceite (Guido y Mamani, 2001).

2.6.4. Proceso de la Fritura

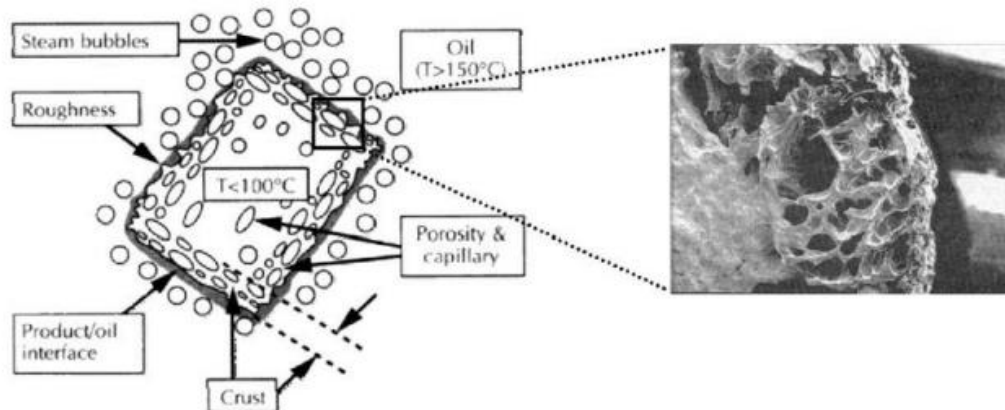
La gelatinización del almidón, la desnaturalización de las proteínas, la evaporación del agua y la formación de una costra superior son solo algunos de los numerosos cambios fisicoquímicos producidos en las patatas durante el fritado (Rinmac-Brcic y Cols, 2004).

La cocción se produce cuando la cantidad de agua presente en el alimento se calienta. A medida que avanza el tiempo de fritura, salen menos burbujas de los alimentos porque disminuye el nivel de humedad. La evaporación hace que el agua se desplace progresivamente hacia el exterior y los alimentos absorben aceite para reponer el agua perdida (Méndez y Cols, 2013).

El procesos de fritura, se esquematiza y muestra en la Figura 1.

Figura 1

Sección transversal esquematizada de un trozo de comida durante el proceso de fritura (derecha). Imagen de microscopio electrónico de una sección transversal de la corteza de una patata frita (izquierda).



Fuente: Mellema (2003).

Sin embargo, la corteza no se forma si las patatas se cocinan a baja temperatura y se interrumpe el proceso de ebullición en la capa más externa. Esto hace que el aceite pueda penetrar en el centro de la patata frita. Cuando la temperatura es 10 °C inferior a la temperatura de fritura recomendada, que oscila entre 180 °C y 185 °C, se puede absorber hasta un 40 % más de aceite (Mehta y Swinburn, 2001). En consecuencia, Pedreschi et al. (2007) descubrieron que cuando hay descenso en la temperatura de frito, la absorción de aceite aumenta.

Respecto a las patatas, la gravedad específica del tubérculo tiene un impacto significativo tanto en la pérdida de agua como en la absorción de aceite. Tanto la relación superficie y masa como la impregnación de aceite disminuyen al aumentar la gravedad específica. Además, una relación mayor conduce a una mayor absorción de aceite (Dobarganes, 2000).

Los alimentos liberan parte de su propia humedad cuando se sumergen en un baño de agua a temperatura de fritura, lo que favorece la degradación hidrolítica. El oxígeno del aire en contacto con la superficie de la materia grasa, entra al medio de fritura, con lo cual se catalizan los procesos oxidativos y la alta temperatura inicia el

deterioro de tipo térmico. Destacando el tipo de grasa empleada como medio de fritura, determinando que la calidad inicial y el grado de insaturación influyen en los productos durante su vida en anaquel y siendo elementos clave de desarrollo del deterioro químico descrito anteriormente (Masson, 1999).

2.7. Fritado por inmersión:

La fritura es fundamental y requiere el uso de grasa líquida a una temperatura específica (120-180 °C), dependiendo del producto final deseado y del grado de la materia prima. Los alimentos reciben calor durante el proceso y, además de cocinarse, su superficie se oscurece. Esto es el resultado de varios procesos fisicoquímicos, entre los que se incluyen las reacciones de caramelización, la desnaturalización de las proteínas, la gelatinización de los gránulos de almidón y la formación de costra. El resultado de estos procesos, que tienen lugar tanto a nivel micro como macro, es un producto seco, crujiente y dorado. Los alimentos se cocinan mediante la transferencia directa de calor del aceite caliente a los alimentos fríos; cuando los alimentos se introducen en el aceite caliente, la temperatura del aceite disminuye y la humedad de la superficie de los alimentos produce rápidamente vapor. Al mismo tiempo, el agua de la comida se difunde hacia la superficie, donde finalmente se transforma en vapor y se desplaza a través del aceite de fritura hacia el aire circundante. Las burbujas en el aceite son una clara indicación de ello. Como resultado, la harina comienza a adquirir su color característico a medida que se fríe. La harina absorbe el aceite, lo que le confiere un sabor único y una textura crujiente (Badui et al., 2003; Oke et al., 2017).

Cuando las patatas se sumergen en aceite caliente, su temperatura aumenta rápidamente y el agua que contienen se evapora, deshidratando la parte superior y formando una costra. Según Reyes y Morales (2013), la temperatura interior del alimento aumenta hasta los 100 °C y su temperatura superficial se aproxima a la del aceite.

2.8. Análisis sensorial

La evaluación sensorial es un campo científico, según Espinosa (2007) mediante la cual se evalúan las propiedades organolépticas a través del uso de uno o más de los sentidos humanos. Mediante esta evaluación pueden clasificarse las materias primas y productos terminados, conocer qué opinión tiene el consumidor sobre un

determinado alimento, su aceptación o rechazo, así como su grado de satisfacción, factores que se tienen en cuenta a la hora de elaborar estas evaluaciones. Para describir con precisión la técnica que se va a utilizar y así obtener respuestas fiables de los jueces, es necesario especificar claramente el objetivo de la evaluación de las numerosas características de un producto. La persona encargada de realizar las pruebas examinará e interpretará los datos con el fin de seleccionar un criterio basado en la solicitud de la empresa.

Según Anzaldúa (2005) dependiendo del objetivo, se utilizan diversas pruebas para realizar análisis sensoriales de los alimentos. Las pruebas afectivas, discriminativas y descriptivas son las tres categorías principales.

- **Pruebas afectivas:** Estas pruebas, a veces denominadas pruebas hedónicas, nos permiten determinar las preferencias de los usuarios finales por los artículos que se están desarrollando. También nos ayudan a determinar si los clientes están más interesados en los productos de la empresa que en los de sus competidores. Podemos elegir la muestra más deseable en función de los intereses o preferencias de los jueces.
- **Pruebas discriminativas:** Dependiendo de los criterios de la persona que realiza la prueba, los jueces suelen identificar las diferencias o similitudes entre las muestras que se van a degustar con el fin de evaluar cómo les afectan los distintos tratamientos aplicados a los productos alimenticios. Cabe mencionar que no es necesario cuantificar los resultados en este tipo de pruebas, ya que no se requiere describir las diferencias o similitudes encontradas en las muestras.
- **Pruebas descriptivas:** Deben especificar las diferencias entre las muestras, a diferencia de las pruebas discriminativas, de modo que las muestras actualmente disponibles en el mercado puedan compararse para determinar las diferencias entre sus distintas calidades.

La aceptabilidad y la calidad de las patatas fritas vienen determinadas principalmente por su textura, color y sabor. Los factores principales que influyen en el color son por la formación de colores pardos debido a la reacción de Maillard, que se produce por la reacción de los azúcares reductores, principalmente D-glucosa, y algún aminoácido libre, en la papa principalmente asparragina (Pedreschi y Zúñiga, 2008).

Las patatas se someten a temperaturas elevadas durante el proceso fisicoquímico de la fritura, lo que altera la forma del alimento y, en cualquier caso, lo impermeabiliza para evitar la pérdida de agua. De esta manera se pueden conservar muchas de las características del producto. Esto suele mejorar el sabor, la textura, el color y el aspecto. Son muchos los factores que impulsan el proceso y dan lugar a la optimización de las limitaciones de fritura de cada alimento, entre ellos la temperatura y la duración de la fritura, el tipo de recipiente de fritura, la composición del aceite, los aditivos, la proporción inicial de humedad superficial, el volumen y la composición de la fracción lipídica (Moncada, 2007).

Además de la textura y el contenido de aceite, es fundamental controlar el color de las patatas fritas. La reacción de Maillard produce este color, que influye directamente en la aceptación o el rechazo del producto. Por lo tanto, las mediciones de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales son especialmente útiles para identificar las cualidades del producto final (Melnick, 2009).

A la hora de evaluar la calidad del producto final, como las patatas fritas, hay que tener en cuenta la forma, color, firmeza, sabor, contenido total de sólidos, contenido de grasa, etc. Se han llevado a cabo numerosas investigaciones que demuestran lo cruciales que son algunos de estos parámetros. La característica principal de las patatas fritas es su textura crujiente, que es uno de los indicadores más importantes de la calidad del producto final. El color es otro aspecto importante de la calidad de las patatas fritas que está fuertemente asociado a la opinión de los consumidores (Castro, 2007).

El sentido del gusto, que sirve para distinguir los numerosos componentes químicos presentes en los alimentos, es la forma en que se percibe el sabor. El término «gusto» se refiere a las sensaciones que detectan los receptores orales, principalmente en la lengua, aunque también se pueden encontrar en el paladar blando, la faringe, la laringe, la garganta y la mucosa de la epiglotis. Espinosa (2020).

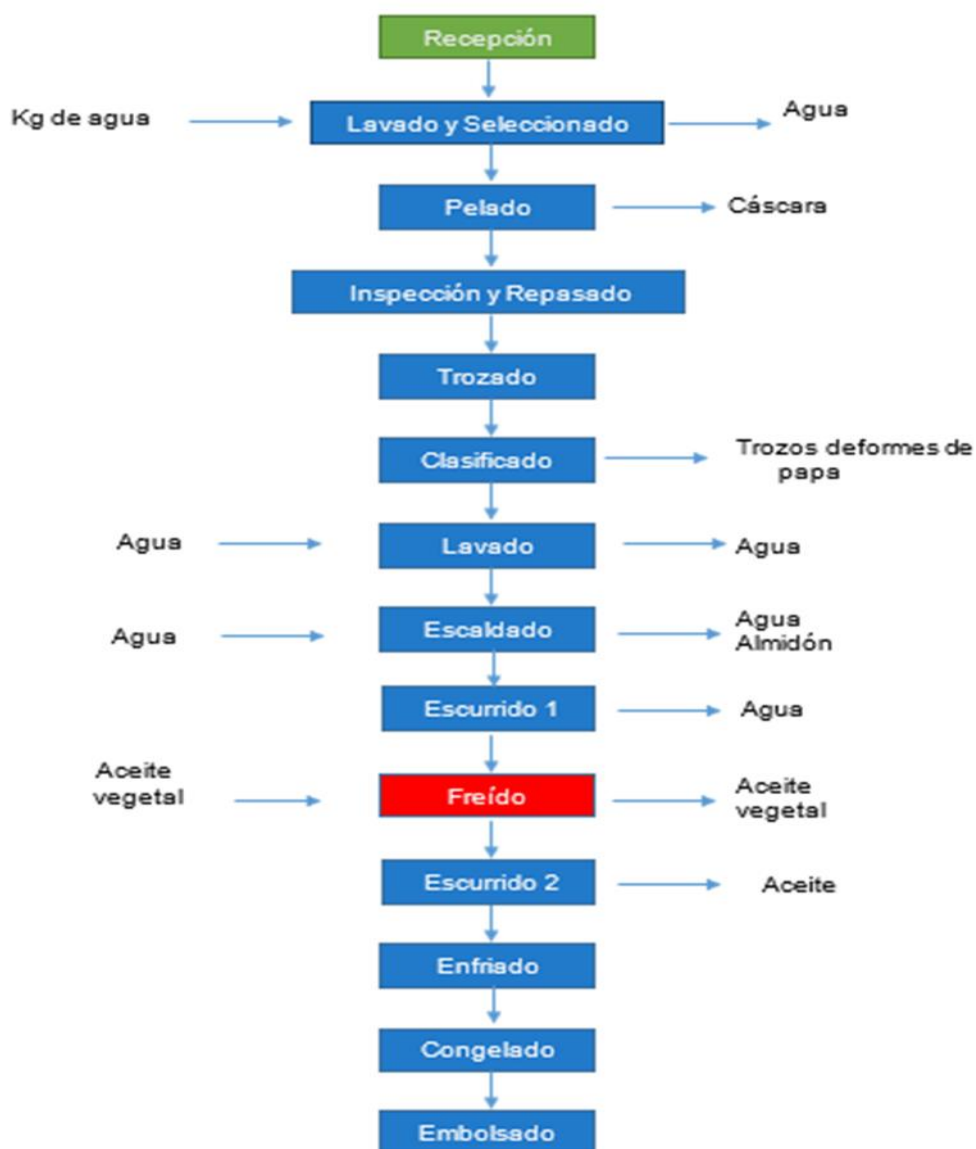
La aplicación industrial del proceso de fritura, presenta amplias ventajas ya que al introducir el alimento en un medio de fritura constituido por una materia grasa calentada a temperaturas entre 170 - 180 °C por breve tiempo, cambia rápidamente sus atributos sensoriales, químicos y físicos. El producto final tiene un color dorado,

con un sabor aceptable y una textura crujiente, mejorando aún al adicionar una pequeña cantidad de sal a las papas fritas (Masson, 1999).

2.9. Flujograma cualitativo para elaboración de las Papas Fritas

Figura 2

Diagrama de flujo para elaboración de frito de papa



Fuente: Elaboración propia.

2.10. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

La materia prima es la papa de variedad yungay procedente del distrito de Luis Carranza, provincia La Mar, departamento de Ayacucho.

- **Recepción:**

Se hace la recepción de la papa que llega del proveedor, pesándose aleatoriamente, se toma una muestra para verificar que las papas cumplan con lo requerido (tamaño, forma, sin golpes, etc.).

- **Lavado y Seleccionado:**

Las papas son vaciados sobre un contenedor donde se hará una inspección minuciosa sobre las imperfecciones desechándose las no aptas para el proceso, mientras son lavadas con abundante agua separándose de la tierra y demás residuos.

- **Pelado**

Proceso en el cual se realiza la remoción de la cáscara o piel, de forma manual con un chuchillo o peladora de papa de acero inoxidable.

- **Inspección y repasado**

Verificamos la calidad del pelado y si es necesario se rectifica.

- **Trozado**

Las papas peladas se cortaron utilizando un cuchillo manual donde se obtendrán papas de tamaño fijo. Las papas rebanadas o picadas son sumergidos o lavados con agua.

- **Clasificado**

Se procederá a clasificar las papas de tamaño uniforme separando las papas que tienen tamaños distintos.

- **Lavado:**

Las papas son vaciados sobre un contenedor para poder lavarlos y posteriormente llevarlos al escaldado.

- **Escaldado**

Las papas cortadas entrarán a ollas con agua a una $T= 85^{\circ}\text{C}$ por 4 min. para desactivar las enzimas que podrían producir efectos negativos al producto final.

- **Ecurrido 1**

Se eliminará el agua de las papas, se enfrían las papas escaldadas sobre un papel toalla en las mesas de trabajo, desinfectados y limpias en condiciones ambientales, garantizando un tiempo adecuado donde las papas rebanadas estén frías totalmente.

- **Fritado**

En este proceso se llevará a cabo con una muestra de 1 – 2 kg, donde las rebanadas de papa, serán sumergidas en 1 kg de aceite vegetal de la capacidad de la olla de fritura, para garantizar que el producto final cumpla con objetivos propuesto y tengan unas características de uniformidad y un color aceptable, se aplique el tratamiento térmico óptimo para su conservación. Se realizo den cuerdo al diseño experimental donde se incluyó 20 tratamientos en total, realizado en un programa estadístico Statgraphics Centurión XVI.I.

- **Ecurrido 2**

Se elimina el aceite con una agitación suave para que las papas no se adhieran.

- **Enfriado**

En esta etapa del proceso se escurrirá el aceite restante de la fritura y enfriado de las papas fritas en canastillas o coladores, con la finalidad de reducir el excedente del aceite y obtener una mejor presentación del producto final.

- **Congelado**

Las papas salen de la zona de enfriamiento para ser congeladas en una nevera menor a 8°C .

- **Embolsado**

Las papas se guardan en un material polipropileno.

2.11. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS TÉCNICOS

2.11.1. Metodología de Superficie de Respuesta

El enfoque de superficie de respuesta busca determinar cómo se relacionan los factores con la variable dependiente del estudio. Estos métodos estadísticos se aplican a retos en los que múltiples parámetros cuantitativos influyen en una solución ideal. Según Reyes (2005) y Alarcón (2015), el objetivo principal es optimizar el procesamiento del producto sin incurrir en costes excesivos, maximizar los beneficios, reducir el uso de insumos específicos y aumentar las características deseadas de los alimentos, mejorando así los sistemas de respuesta.

Según Alarcon (2015), la metodología comprende tres etapas fundamentales:

- ✓ La creación y adquisición experimental de datos, las cuales se emplean para realizar predicciones mediante una ecuación cuadrática.
- ✓ Se utilizan gráficos de contorno y otros métodos matemáticos y computacionales para analizar la superficie ajustada.
- ✓ Se elige la ecuación óptima que captura el comportamiento de los datos utilizando enfoques de regresión lineal múltiple.

Elías (2006) señala que la aplicación de la metodología de superficie de respuesta es una herramienta eficaz en la optimización de procesos en la industria alimentaria, racionalizando costos, optimizando insumos y elevando las características deseables de los productos alimenticios. Asimismo, esta metodología contribuye al desarrollo y perfeccionamiento de productos, garantizando la calidad sin comprometer los aspectos de inocuidad

Además, la metodología de superficie de respuesta se ha utilizado con eficacia para optimizar procesos y productos en varios ámbitos científicos y de ingeniería (Khuri y Mukhopadhyay, 2010).

Apaza (2018) indica que, una vez determinados los factores relevantes de un proceso, es necesario realizar ensayos experimentales adicionales con la finalidad de identificar las combinaciones de niveles que permiten alcanzar las condiciones óptimas de operación. En el Statgraphics Centurión XVI.I, existen diferentes diseños utilizados en la optimización de una respuesta que son:

- **Diseño central compuesto rotatable (DCCR):** El área experimental más uniforme se puede explorar utilizando el diseño compuesto central rotatorio (RCCD), que es un diseño factorial imperfecto. A diferencia de un diseño completo, la característica de rotabilidad de este diseño minimiza el número de tratamientos para estudios que involucran tres o más parámetros. La rotabilidad facilita la evaluación de los parámetros calculados en el modelo de segundo orden, ya que la varianza del error experimental es constante y no se ve afectada por los tratamientos del estudio
- **Diseño factorial a tres niveles:** Dependiendo del número de factores y recursos disponibles, este diseño puede ser fraccional o completo; un diseño de dos niveles, por ejemplo, requiere dos experimentos. Estos son útiles para determinar variables importantes y el mejor curso de acción, pero no producen datos suficientes para derivar la ecuación de respuesta. Al igual que en el último ejemplo, la cantidad de factores en las factoriales 3^k causa problemas. Determinar el valor ideal de un experimento es demasiado laborioso, ya que si $k = 2$, se requieren nueve pruebas, pero si $k = 3$ factores, es necesario realizar 27 pruebas experimentales, si $k = 4$, necesitamos 81 ensayos, secuencialmente de esta manera.
- **Diseño de Box-Behnken:** este diseño es eficiente para factores con 2 o 3 niveles. Incluye el nivel "p" y el factor "K", donde se realizan combinaciones entre "p y k", permitiendo estimaciones precisas de los coeficientes de primer y segundo orden.
- **Diseño Draper-Lin:** Un diseño simplificado con puntos centrales y en estrella sirvió de modelo para este. Con un número reducido de pruebas, este método arroja importantes conclusiones en cuatro factores de investigación (24). Si se tienen en cuenta 18 experimentos, los dos primeros conjuntos de ocho son los puntos centrales y los ocho primeros son los puntos en estrella.

2.11.2. Diseño Central Compuesto Rotable (DCCR)

El Diseño Central Compuesto Rotable (DCCR) es un diseño experimental que se utiliza comúnmente en la metodología de superficie de respuesta para construir prototipos empíricos. El cual nos facilita en realizar estimaciones eficaces, de ecuaciones cuadráticas precisos para obtener resultados de superficie de

respuesta. El DCCR resulta particularmente útil cuando se requiere desarrollar un modelo matemático confiable para la predicción de respuestas, ya que la MSR permite estudiar el comportamiento de un modelo en el interior de una clase definido de componentes experimentales (Montgomery, 2004).

El Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR) se estructura a partir de 3 tipos de puntos experimentales: factoriales, axiales o estrellado y centrales. Los puntos centrales permiten estimar la variabilidad experimental y facilitan la detección posibles comportamientos no lineales del sistema; los puntos factoriales se emplean para evaluar los efectos lineales y las interacciones entre factores; mientras que los puntos axiales hacen posible la estimación de los términos cuadráticos del modelo (Box & Draper, 1987). La ventaja del DCCR es su condición de rotabilidad, la cual asegura que la varianza de la respuesta estimada se mantenga constante en todas las direcciones que se encuentran a igual distancia del centro del diseño.

El DCCR se ha aplicado en numerosos estudios de la industria alimentaria para mejorar los productos y optimizar los procedimientos. Se ha utilizado, por ejemplo, para optimizar los ajustes del procesamiento térmico de los alimentos con el fin de mejorar la calidad sensorial y la retención nutricional (Anderson y Whitcomb, 2005). Además, se ha aplicado al diseño de productos alimenticios para determinar las mejores combinaciones de ingredientes que mejoran la aceptabilidad por parte de los consumidores (Myers et al., 2016).

DCCR ha evidenciado un desempeño favorable, en diferentes procesos de la industria alimentaria, optimizando procedimientos como la fermentación, la extrusión y el envasado, contribuyendo a mejorar tanto la eficiencia productiva como la calidad del producto final. Asimismo, este enfoque permite un ajuste preciso de las variables del proceso lo que posibilita alcanzar un balance adecuado entre los costos de operaciones y los beneficios obtenido, asegurando al mismo tiempo la inocuidad y la calidad de los alimentos (Khuri y Mukhopadhyay, 2010).

2.11.3. Software Statgraphics Centurión XVI.I.

El software Statgraphics Centurion XVI es mencionado por Alarcón (2015). El software I. es una solución que combina diversas técnicas analíticas con elementos visuales para analizar datos de proyectos. Con la ayuda de las sofisticadas funciones estadísticas de este software, incluso un principiante puede realizar estudios a nivel experto. El software se utiliza para los siguientes procedimientos:

- Análisis exploratorio de datos y estadística básica.
- Regresión y análisis de varianza.
- Control estadístico de procesos, incluyendo análisis de capacidad, análisis de sistemas de medición y gráficos de control.
- Diseño de experimentos. Seis Sigma.
- Análisis de datos de vida útil y fiabilidad.
- Técnicas no paramétricas y multivariantes.
- Previsión y análisis de series temporales.

El software incluye doce fases cruciales para crear el diseño experimental (Alarcón, 2015).

1. Describir las respuestas.
2. Describir los componentes del experimento.
3. Decidir el estilo.
4. Elegir el modelo.
5. Decidir cuántas iteraciones realizar.
6. Evaluar el diseño.
7. Guardar el experimento.
8. Examinar la información.
9. Optimizar las respuestas.
10. Guardar los resultados.
11. Mejorar el diseño.
12. Sacar conclusiones.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La investigación del presente proyecto se realizó en los laboratorios de Tecnología de Alimentos, Análisis de alimentos e investigación de la facultad de ingeniería química y Metalurgia de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

3.2. MATERIA PRIMA

3.2.1. PAPA

- ✓ La materia prima que se utilizó, es la papa de la variedad Yungay para estudiar las características físicoquímicos y sensoriales.
- ✓ Procedencia de la muestra de la papa fue del distrito de Luis Carranza, de la provincia de La Mar del departamento de Ayacucho.
- ✓ En el frito se utilizó aceite comestible de girasol debido a que soporta altas temperaturas.
- ✓ La proporción que se utilizó es de 1 :2 aceite/papa.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materiales

- ✓ 04 matraces Erlenmeyer con tapón de 500 mL
- ✓ 04 vasos de precipitados de 100ml
- ✓ 04 vasos de precipitados de 500ml

- ✓ 02 pipetas con émbolo de 10ml
- ✓ 01 fiola de 1L
- ✓ 02 papel filtro
- ✓ Papel tissue
- ✓ 02 buretas de 100ml
- ✓ 02 varillas de vidrio
- ✓ 01 termómetro digital
- ✓ 01 cronómetro
- ✓ 01 espátula
- ✓ 02 cuchillos
- ✓ Varilla de vidrio
- ✓ Propipeta
- ✓ Pissetas con agua destilada
- ✓ Luna de reloj
- ✓ Rayador de papa
- ✓ Tabla de picar
- ✓ Bolt de acero inoxidable
- ✓ Soporte con abrazadera para bureta
- ✓ Pinza para bureta

3.2.2. Equipos

- ✓ Texturómetro digital modelo K95500 con aguja N° 52085K
- ✓ 01 cocina a gas
- ✓ Balanza analítica electrónica, marca OHAUS con capacidad de 200 g.
- ✓ Balanza digital ES-2100A
- ✓ 01 plancha de calentamiento eléctrico con magneto
- ✓ Agitador magnético modelo RCT
- ✓ Imán para agitador magnético

- ✓ Campana de extracción

3.2.3. Reactivos

- ✓ Fehling A y Fehling B
- ✓ Ácido acético
- ✓ Cloroformo
- ✓ Azul de metileno
- ✓ Fenolftaleína
- ✓ Tiosulfato de sodio (solución 0,1N)
- ✓ Yoduro de potasio
- ✓ Etanol 95%

3.2.4. Soluciones

- ✓ Hidróxido de Sodio 1N y 0,1N
- ✓ Glucosa 1%p/v
- ✓ Almidón 5%

3.3. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

En la tabla 4, se observa las variables independientes y dependientes, indicadores alto y bajo y las unidades a ser medidas. Para validar esta primera apreciación y analizar el efecto individual de cada variable, así como sus interacciones, se aplicó un análisis estadístico utilizando el diseño central compuesto rotatable (DCCR) dentro de la metodología de superficie de respuesta (MSR).

Tabla 4*Variables, indicadores y escala de medición de la papa frita y aceite.*

Tipo de variables	Definición de variables	Indicadores		Unidades
		Bajo	Alto	
Variables Independientes	A: Temperatura	160	190	°C
	B: Tiempo	2	5	min.
	C: Masa	1	2	kg
Variables Dependientes	Características Físicas Y Químicas	Textura		mm
		Azúcares reductores		%
		Índice de peróxido		meq O ₂ /kg
		Acidez		%
		Olor		
		Color		Escala
		Sabor		Hedónica

3.3.1 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación fue experimental, porque se manipularon de manera controlada las variables independientes (temperatura, tiempo y masa) con el propósito de adquirir un producto óptimo para el consumo humano. La determinación de los azúcares reductores, índice de peróxido, la acidez, textura y los atributos de calidad son los variables dependientes que se evaluaron en la investigación de proyecto de tesis.

3.3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo cuantitativa de acuerdo a las variables estudiados durante el desarrollo del proyecto, viene a ser de un tipo aplicativo ya que los conocimientos teóricos se aplicaron en la parte experimental.

3.3.3. TIPO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el desarrollo del análisis estadístico se aplicó (ANOVA), con un nivel de error de para $p = 0.05$ y con una confianza de 95% con el Software Statgraphics Centurión XVI.I.

3.4. MÉTODOLÓGÍA EXPERIMENTAL

En la presente investigación el diseño fue experimental, realizando pruebas con diferentes temperaturas, tiempos y masas, teniendo como propósito la evaluación de posibles cambios en las variables respuesta. Determinando los valores en

textura, azúcar reductor, índice de peróxido, olor, color y sabor; esto se justifica debido a que la investigación contempla la manipulación deliberada de una o más variables independientes, con el objetivo de analizar su efecto sobre la variable dependiente en condiciones previamente controladas. El diseño experimental constituye un enfoque metodológico sólido, ya que permite establecer relaciones de causalidad y reducir la influencia de variables externas que podrían distorsionar los resultados de estudio (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018, p. 170).

Según lo indicado por Montgomery (2004), en la investigación se empleó la Metodología de Superficie de Respuesta (MSR) con la finalidad de desarrollar un modelo matemático que permitiera analizar cuantitativamente la interacción conjunta de las variables independientes y describir la interacción simultánea entre las variables independientes. Los ensayos experimentales fueron planificados bajo los lineamientos del Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR), considerando seis repeticiones en el punto central, lo que resultó en un total de 20 ensayos.

El diseño experimental considero tres factores analizados en diferentes niveles, con la finalidad de optimizar las condiciones del proceso. Para determinar el número total de tratamientos experimentales se utilizó la siguiente expresión matemática:

$$N^{\circ} \text{ de tratamientos} = 2^p + 2p + C$$

Donde:

p = número de factores

C = número de tratamientos en el punto central (en este caso, 6)

Considerando los tres factores analizados, el cálculo se realizó de la siguiente manera:

$$N^{\circ} \text{ de tratamientos} = 2^3 + 2(3) + 6 = 20 \text{ tratamientos(ver Tabla 05)}$$

El número total de tratamientos se estableció considerando los tres factores analizados en el estudio y la aplicación del Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR). Este tipo de diseño posibilita la evaluación de efectos lineales, cuadráticos, así como de las combinaciones entre variable independiente sobre la variable de respuesta. Conforme a la expresión utilizada, el modelo experimental comprendió un total de veinte tratamientos, distribuidos en 8 puntos factoriales, seis puntos

axiales y seis reproducciones en el punto central, lo que permitió asegurar un adecuado procesamiento estadístico y la confiabilidad del resultado obtenido.

Tabla 5

Diseño experimental

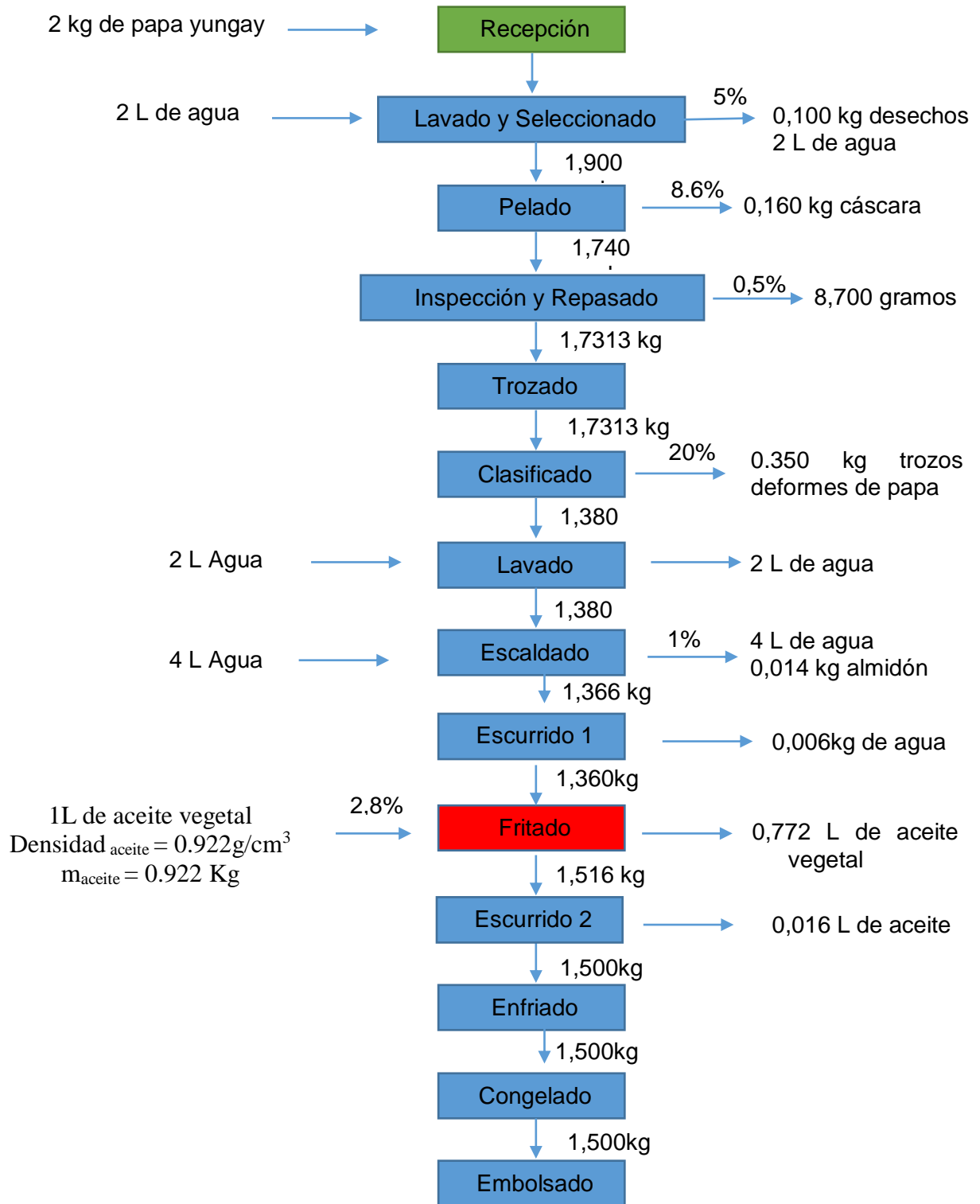
Tratamiento	Variables independientes			VARIABLES DEPENDIENTES						
	A	B	C	Text	Az red.	Ac.	Ip	olor	color	Sabor
1	190,000	5,000	1,000							
2	160,000	2,000	1,000							
3	190,000	2,000	2,000							
4	175,000	3,500	1,500							
5	190,000	2,000	1,000							
6	160,000	2,000	2,000							
7	190,000	5,000	2,000							
8	175,000	0,977	1,500							
9	175,000	3,500	1,500							
10	149,773	3,500	1,500							
11	175,000	3,500	1,500							
12	175,000	6,023	1,500							
13	160,000	5,000	1,000							
14	160,000	5,000	2,000							
15	175,000	3,500	1,500							
16	200,227	3,500	1,500							
17	175,000	3,500	2,341							
18	175,000	3,500	0,659							
19	175,000	3,500	1,500							
20	175,000	3,500	1,500							
A= Temperatura (°C)				Text= Textura (mm)			Olor			
B= Tiempo (min)				Az red.= Azúcar reductor			Color			
C= Masa (Kg)				Ip= Índice de peróxido			Sabor			
				Ac. = Acidez						

Fuente: Elaboración Propia

Se empleó el programa estadístico Statgraphics Centurión XVI. I, para determinar las propiedades físicas, químicas y el procesamiento de datos obtenidos durante la experimentación.

Figura 3

Diagrama de flujo cuantitativo del proceso de elaboración de papas fritas



Fuente: Elaboración propia.

3.4.1. Recepción:

Las papas de la variedad Yungay, proceden del distrito de Luis Carranza de la provincia de La Mar del departamento de Ayacucho, se hizo la recepción que llega del proveedor, pesándose aleatoriamente, se realizó un muestreo aleatorio simple para la toma de muestras y se verificó que las papas cumplan con lo requerido (tamaño, forma, sin golpes, etc.).

Figura 4

Recepción de la papa yungay.



3.4.2. Lavado y Seleccionado:

En este proceso las papas fueron lavadas, eliminándose restos de tierra u otras impurezas que llegan desde el mercado, también se retiraron las papas que contenían algún tipo de imperfecciones o enfermedad.

Figura 5

Lavado de la papa.



3.4.3. Pelado

En el pelado se elimina las cascarras o piel del tubérculo e impurezas tales como los ojos profundos, empleando un pelador de papas o un cuchillo de acero inoxidable, sin extraer la parte comestible en exceso.

Figura 6

Pelado de la papa.



3.4.4. inspección y Repasado

En esta etapa se hace una verificación y una elección de la papa en condiciones óptimas para seguir el proceso.

3.4.5. Trozado

Las papas peladas se cortaron 1 cm ancho x 1cm x altura y 10 cm de largo, utilizando un cuchillo manual donde se obtuvieron papas cortadas uniformes. Después de rebanar la papa se sumergió en agua.

Figura 7

Corte uniforme de la papa yungay.



Nota. *La superficie de la papa yungay es lisa de un color amarillo bajo.*

3.4.6. Clasificado

Se procedió a clasificar las papas de tamaño uniforme separando las papas que tuvieron tamaños distintos.

3.4.7. Lavado

Se hizo una limpieza profunda de las papas para la eliminación de tierras y otras materias extrañas e impurezas.

3.4.8. Escaldado

Las papas cortadas se colocaron en recipiente inox (olla) con agua a una $T = 85^{\circ}\text{C}$ por 4 min. para desactivar las enzimas que podrían producir efectos negativos al producto final.

Figura 8

Escaldado uniforme de la papa yungay.



3.4.9. Escurrido 1

El escurrido de las papas se realizó mediante la vibración y el agua se eliminó por gravedad y de esta manera también las papa no se pegue.

Figura 9

Escurrido de la papa.



3.4.10. Fritado

En este proceso se llevará a cabo con una muestra de 1 – 2 kg, donde las rebanadas de papa, serán sumergidas en 1kg de aceite vegetal de la capacidad de la olla de fritura, para garantizar que el producto final cumpla con objetivos propuesto y tengan unas características de uniformidad y un color aceptable, se

aplique el tratamiento térmico óptimo para su conservación. Se realizó de acuerdo al diseño experimental donde se incluyó 20 tratamientos en total, realizado en un programa estadístico Statgraphics Centurión XVI. I.

Preparación del aceite: se calentó aceite a distintas temperaturas hasta llegar al rango de estudio.

Figura 10

Control de la temperatura del aceite para el fritado.



Fritura de la papa controlando el tiempo óptimo: las papas fueron sumergidas en aceite a distintas temperaturas de fritado, controlando el tiempo de fritado para obtener el tiempo óptimo.

Figura 11

Control del tiempo y la temperatura durante el proceso de fritado.



3.4.11. Escurrido 2

El aceite restante se eliminó mediante el escurrido, con la finalidad de reducir el excedente del aceite y mejorar así la apariencia del producto final, se enfrió fue a temperatura ambiente.

3.4.12. Enfriado

En esta etapa del proceso se escurrirá el aceite restante de la fritura y enfriado de las papas fritas en canastillas o coladores, con la finalidad de reducir el excedente del aceite y obtener una mejor presentación del producto final.

Figura 12

Enfriado de las papas fritas.



Nota. *En el proceso de enfriado se aprecia que la papa yungay tiene un aspecto agradable con una consistencia crujiente.*

3.4.13. Congelado

La congelación se realizó a temperatura menores de 18° C., esta actividad fue para conservar el alimento dándole mayor tiempo de vida del producto.

3.4.14. Envasado

Las papas pre fritas congeladas fueron empacadas en bolsas para proteger el producto de la humedad, luz y otros factores ambientales, para posteriormente ser almacenados.

3.5. DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y SENSORIALES

3.5.1. Determinación de acidez total (NTP 209.005.2016)

Este procedimiento se basa en una reacción de neutralización, en la cual la muestra se valora utilizando una solución de hidróxido de sodio. Para ello, se pesaron 8 g de muestra, que fueron diluidos en 50 mL de agua destilada dentro de un matraz Erlenmeyer. Posteriormente, se añadieron unas gotas de fenolftaleína como indicador y se realizó la titulación con NaOH 0.1 N hasta observar el cambio de color característico, se anotó el volumen de gasto para luego realizar el cálculo de la acidez total (El instituto nacional de la calidad - INACAL, 2016).

Se utiliza la siguiente fórmula para determinar el % de acidez total:

$$\%Acidez_{(\text{ácido oleico})} = \frac{VxNxFtx100}{\mu}$$

V: volumen de NaOH gastado.

N: Concentración de NaOH valorado.

Ft: Factor conversión de oleico.

μ : Masa de la muestra en gramos.

3.5.2. Determinación del índice de peróxido (NTP 209.006.2011)

Se determina el contenido total de peróxido lipídicos como indicador del grado de oxidación del aceite. Durante el almacenamiento, la generación de peróxidos ocurre de manera gradual en una etapa inicial conocida como periodo de inducción, cuya duración puede ser semanas o incluso meses, va depender del tipo de aceite o grasa analizada.

A. Reactivos:

- ✓ **Solución de ácido acético y cloroformo:** Se preparó mezclando tres partes de ácido acético glacial con dos partes de cloroformo.
- ✓ **Solución saturada de yoduro de potasio:** Recientemente preparada para garantizar su efectividad.
- ✓ **Solución 0,1 N de tiosulfato de sodio:** Previamente estandarizada para asegurar la exactitud del análisis.
- ✓ **Solución de almidón:** Se disolvió 1 g de almidón soluble en agua destilada fría para formar una pasta, luego se añadieron 100 ml de agua hirviendo, se agitó vigorosamente y se dejó enfriar.

B. Procedimiento

- ✓ La determinación se realizó por duplicado sobre la misma muestra previamente preparada.
- ✓ Se pesaron aproximadamente 5 g de muestra con una precisión de 0,1 mg.
- ✓ La muestra se transfirió a un matraz Erlenmeyer de 250 cm³ con tapa esmerilada, añadiendo 30 cm³ de la solución de ácido acético y cloroformo.
- ✓ Se agitó el matraz hasta lograr la completa disolución del contenido y, posteriormente, se incorporaron 0,5 cm³ de la solución saturada de yoduro de potasio, preferentemente utilizando una pipeta de Mohr.

- ✓ Finalmente, se agitó el matraz durante un minuto y se añadieron 30 cm³ de agua destilada.
- ✓ Se procedió a titular gradualmente el contenido del matraz Erlenmeyer con la solución 0,1 N de tiosulfato de sodio, manteniendo una agitación constante, hasta que el color amarillo prácticamente desapareció.
- ✓ A continuación, se añadieron 0,5 cm³ de la solución indicadora de almidón y se continuó la titulación cerca del punto final, agitando de manera constante para asegurar la liberación completa del yodo presente en las capas de cloroformo. La adición del tiosulfato de sodio se realizó gota a gota hasta la desaparición total del color azul.
- ✓ En caso de que el volumen consumido durante la titulación fuera inferior a 0,5 mL, se repitió el ensayo empleando una solución 0,01 N de tiosulfato de sodio.
- ✓ Finalmente, se efectuó un ensayo en blanco utilizando todos los reactivos, pero sin la muestra, siguiendo el mismo procedimiento a partir de cada determinación o serie de determinaciones. (El instituto nacional de la calidad – INACAL, 2011).

Fórmula para determinar el índice de peróxido:

$$I = \frac{(V1 - V2)(N)}{\mu} \times 100$$

V1: ml de la valoración de la muestra

V2: ml de la valoración en blanco

N: concentración de tiosulfato de sodio (Na₂S₂O₃)

μ: masa de la muestra en gramos

I: Índice de peróxidos meqO₂/1000g

3.5.3. Determinación del azúcar reductor

Existen diferentes métodos para cuantificar carbohidratos que se basan en la propiedad reductora de los azúcares con un grupo carbonilo libre. Estos compuestos pueden reducir iones metálicos como cobre (Cu²⁺), hierro (Fe³⁺) o yodo (I⁰).

En el caso particular del cobre, este ion se reduce de Cu^{2+} a Cu^+ . Bajo este principio se fundamenta el método propuesto por Lañe y Eynon (1923) los azúcares reductores reaccionan con sulfato cúprico en un medio alcalino, dando lugar a la formación de óxido cuproso, el cual se manifiesta como un precipitado de color rojo ladrillo. Este procedimiento emplea azul de metilo como indicador, el cual se decolora cuando todo el cobre ha sido reducido, marcando así el punto final de la de la titulación.

Reactivos:

- Solución de Fehling A: 34,639 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en 500 mL de agua.
- Solución de Fehling B: 173 g de tartrato de sodio y potasio, y 50 g NaOH en 500 mL de agua.
- Azul de metileno al 1%.
- Solución patrón de glucosa al 1%
- Solución diluida de glucosa (50 mg/mL), preparada a partir de la solución patrón.
- Solución de acetato básico de plomo al 30%
- Oxalato de sodio o potasio en polvo
- Solución de HCl en proporción 1:1
- Solución de NaOH 6 N

Procedimiento:

A. Estandarización de la solución de Fehling:

1. Colocar la solución diluida de glucosa en una bureta
2. En una fiola de 250 mL, añadir 5 mL de solución de Fehling A y 5 mL de solución de Fehling B. Incorporar 2 - 3 gotas de solución de azul de metileno.
3. Diluir con aproximadamente 20 mL de agua destilada y agregar perlas de vidrio.
4. Llevar la mezcla a ebullición y añadir lentamente la solución de glucosa sin interrumpir el calentamiento, hasta que desaparezca la coloración azul. En ese momento, se observa un tono rojizo en el fondo de la fiola.

Nota: durante la adición de la solución de glucosa, la mezcla de Fehling debe mantenerse en ebullición constante.

B. Preparación de la solución clarificada de azúcares:

1. Pesar una cantidad de muestra tal que, en la solución final clarificada, la concentración de azúcares reductoras sea de 2 a 5 mg/mL (para gastar entre 10 y 25 mL de dicha solución por cada 10 mL de solución de Fehling).
2. Homogeneizar la muestra con 50 ml de etanol al 80% (v/v) y transferirla completamente a un matraz aforado de 250 ml. Completar el volumen con etanol (80%), mezclar cuidadosamente y filtrar.
3. Tomar una alícuota de 25 mL del filtrado y colocarla en un matraz aforado de 250 mL. Diluir con 50 mL de agua destilada y añadir algunos mililitros de solución de acetato de plomo al 30%, hasta lograr la precipitación completa. En el caso de jugos, pulpas o mermeladas, bastará con agregar 1 o 2 gotas de la solución. Mezclar bien y filtrar.
4. Incorporar pequeñas porciones de oxalato en polvo (cantidad mínima tomada con la punta de una espátula) para eliminar el exceso de acetato de plomo, evitando añadir demasiado oxalato.
5. Mezclar nuevamente y filtrar, descartando los primeros mililitros. El filtrado debe quedar completamente transparente.

C. Determinación de azúcares reductores presentes originalmente:

1. Tomar una alícuota de 25 mL, colocarla en un matraz aforado de 100 mL aforar con agua, mezclar bien y colocar la solución en una bureta.
2. Colocar en una fiola de 250 mL, añadir 5 mL de solución de Fehling A y 5 mL de solución de Fehling B.
3. Incorporar 2 o 3 gotas de azul de metileno, diluir con aproximadamente 20 mL de agua destilada y agregar perlas de vidrio.
4. Llevar la mezcla de Fehling a ebullición y proceder de la misma manera que en la estandarización de la solución de Fehling.

3.5.4. Determinación de textura

Para la evaluación de la textura se utilizó un equipo texturómetro digital Modelo K95500, con un N° 52085 de aguja, donde la medida de penetración se expresa en milímetros (mm)

Figura 13

Medición de la textura de la papa frita.



3.5.5. Determinación de la evaluación sensorial.

Se evaluaron los atributos de calidad de las papas fritas con 15 jueces en las instalaciones del laboratorio de investigación de la facultad de Química y Metalurgia de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y se utilizó la escala hedónica de 7 puntos en las características organolépticas tales como: el color, olor y sabor.

Tabla 6

Escala hedónica de 7 puntos utilizada para la evaluación sensorial en olor, color y sabor de papas fritas.

Puntaje	Calificación
7	Me gusta mucho
6	Me gusta moderadamente
5	Me gusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
3	Me disgusta poco
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Fuente: Espinosa, J. (2007).

a) Color: Las papas fritas deben de tener un color uniforme que caracteriza su clasificación comercial y sea aceptable y agradable, para los consumidores potenciales.

b) Olor: Es un atributo sensorial complejo influenciado por varios factores, principalmente por la reacción de Maillard y la oxidación de los lípidos.

c) Sabor: Es asocia a los compuestos volátiles, que se encuentran presente en productos de frituras: formaldehído, acetaldehído, acetato, metil acetona y metilisopropilcetona.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DE NÚMERO DE TRATAMIENTOS

Los variables dependientes o respuestas (textura en mm de profundidad), azúcares reductores (%), acidez total (%), índice de peróxido (meq O₂/kg), olor, color y sabor) en términos de las tres variables independientes: temperatura de fritura (°C), tiempo (min) y masa de la papa yungay tipo bastón (kg) como podemos observar en la Tabla 7, donde registramos las pruebas realizadas y resultados conseguidos para cada una de las variables.

El diseño experimental se definió a partir de los valores límites, tanto mínimos como máximos, establecidos para cada una de las variables independientes. Los valores obtenidos demostraron que la variable respuesta penden directamente de la variable independiente consideradas. Con el fin de corroborar esta relación y analizar tanto el efecto individual como el efecto conjunto de cada factor, se llevó a cabo el análisis estadístico correspondiente.

Tabla 7

Resultados experimentales utilizando la metodología de superficie de respuesta del frito por inmersión de papa.

Tratamiento	Variables independientes			VARIABLES DEPENDIENTES						
	A	B	C	Text	Az red.	Ac.	Ip	Olor	Color	Sabor
1	190,000	5,000	1,000	2,760	0,240	0,581	1,227	5,8	6,0	6,4
2	160,000	2,000	1,000	3,450	0,219	0,342	1,423	5,4	4,8	4,2
3	190,000	2,000	2,000	3,730	0,235	0,541	1,229	5,8	6,4	6,6
4	175,000	3,500	1,500	2,250	0,213	0,439	2,836	3,6	3,6	4,2
5	190,000	2,000	1,000	4,310	0,255	0,649	1,311	3,6	3,8	5,8
6	160,000	2,000	2,000	2,420	0,227	0,470	1,760	5,2	5,5	6,2
7	190,000	5,000	2,000	2,100	0,227	0,470	1,760	5,2	5,8	6,0
8	175,000	0,977	1,500	3,150	0,199	0,422	1,350	5,6	6,2	6,2
9	175,000	3,500	1,500	4,950	0,256	0,523	1,159	4,2	4,5	3,8
10	149,773	3,500	1,500	4,630	0,257	0,759	1,121	6,0	5,7	6,1
11	175,000	3,500	1,500	3,850	0,248	0,553	1,321	5,7	6,4	6,4
12	175,000	6,023	1,500	3,698	0,288	0,514	1,313	5,6	6,2	6,6
13	160,000	5,000	1,000	3,190	0,467	0,581	1,627	4,8	3,8	4,8
14	160,000	5,000	2,000	3,730	0,240	0,541	1,229	5,6	6,1	6,3
15	175,000	3,500	1,500	3,450	0,240	0,581	1,227	5,8	6,0	6,4
16	200,227	3,500	1,500	2,250	0,259	0,698	1,229	3,2	4,4	3,2
17	175,000	3,500	2,341	3,730	0,235	0,541	1,229	5,8	6,4	6,4
18	175,000	3,500	0,659	3,730	0,235	0,541	1,229	5,8	6,4	6,4
19	175,000	3,500	1,500	3,658	0,195	0,611	1,362	5,6	6,2	6,6
20	175,000	3,500	1,500	2,170	0,288	0,356	1,345	6,2	5,8	6,2

Leyenda:

- A= Temperatura (°C)
- B= Tiempo (min)
- C= Masa (kg)
- Text= Textura (mm)
- Az red. = Azúcar reductor (%)
- Ip= Índice de peróxido (meq O₂/kg %)
- Ac. = Acidez total (meq O₂/kg %)
- Olor (escala hedónica)
- Color (escala hedónica)
- Sabor (escala hedónica)

La Tabla 7 muestra la secuencia de tratamientos o ensayos del trabajo de investigación, así como los resultados de las variables evaluadas, además indica la secuencia del valor mínimo y máximo de cada una variable independiente. También observamos que las variables respuestas dependen fundamentalmente de las variables independientes consideradas en este trabajo de investigación.

4.2. Textura del frito de papas

4.2.1. Efectos estimados de cada variable y sus interacciones

Los efectos promedios estimados, junto con sus respectivas desviaciones estándar, se presentan en la Tabla 8. La media de dichos efectos se obtiene mediante el análisis estadístico, aplicando la prueba T – Student, con el fin de evaluar posteriormente la influencia cada variable sobre este valor.

Tabla 8

Efectos estimados para la textura.

Efecto	Estimado	Error Estd.
Promedio	3,39861	0,380057
A: Temperatura	-0,570068	0,504318
B: Tiempo	-0,176963	0,504318
C: Masa	-0,253352	0,504318
AA	-0,101988	0,490937
AB	-1,0575	0,658924
AC	-0,1875	0,658924
BB	-0,113304	0,49094
BC	0,3725	0,658924
CC	0,103072	0,490939

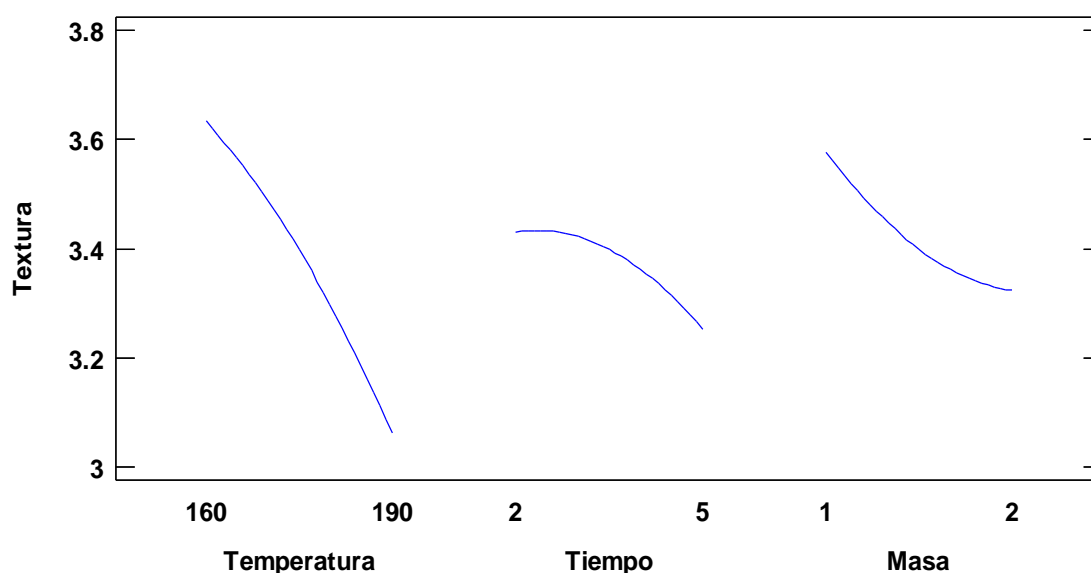
En la tabla 8, para la textura se obtuvo un valor medio de 3,39861 mm de profundidad y el efecto de las distintas variables y su interacción ejerce también efectos en el promedio de la textura estimado del modelo experimental. En la Tabla 7 se observa el efecto de cada uno de los factores, donde indica que al incrementar la temperatura, tiempo y masa de la papa en la fritura se suscita una disminución en el valor de la textura. En cuanto a los efectos de las combinaciones, se observa que las combinaciones “AA”, “AB”, “AC” y “BB” ejercen un impacto negativo sobre la variable respuesta. Las combinaciones BC ejerce impacto positivo en la textura y de magnitud 0,3725; CC también es positivo indicando que la masa de la papa y los otros factores tienen influencia en la respuesta del proceso.

Para la industria de las papas fritas cuando la textura es mayor es conveniente, así reducimos el consumo del aceite en el fritado, a más materia seca el producto final será seca y harinosa, esto quiere decir que la papa Yungay presenta características favorables para su industrialización encontrándose dentro de lo requerido.

La Figura 14 observamos los resultados para la textura de acuerdo a la variación del factor independiente en el rango establecido para el estudio.

Figura 14

Efectos principales del fritado de papas en la textura.



De la Figura 14 se puede asegurar que la textura disminuye cuando la temperatura y tiempo de fritura se incrementa; así mismo cuando la masa de la papa incrementa, la

textura disminuye, esta consecuencia de las variables respuestas es ocasionado por el variable de la investigación, disminuyendo su valor de acuerdo al incremento de ellas. Estos resultados se alinean con los hallazgos de Masson, (1999) Menciona que el fritado con aceite de un alimento a altas temperaturas entre 170 a 180 °C a tiempos cortos, se evidencia un ligero cambio de sus propiedades organolépticas tales como física, química y sensorial. Obteniendo un producto alimenticio de un color dorado, un agradable sabor y una textura crocante, para las patatas crisper se elaboran es añadido una pequeña cantidad de sal.

4.2.2. Análisis de varianza para la textura

En la Tabla 9 se puede visualizar el análisis de varianza que se realizó para la textura en el DCCR, donde indica que no hay evidencias estadísticas al 5 % de nivel de confianza que nos permita tener respuestas no significativas para la temperatura, tiempo y masa como términos lineales y términos cuadráticos.

Tabla 9

Análisis de varianza para textura.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura	1,10955	1	1,10955	1,28	0,2847
B: Tiempo	0,106919	1	0,106919	0,12	0,7329
C: Masa	0,21915	1	0,21915	0,25	0,6263
AA	0,0374758	1	0,0374758	0,04	0,8396
AB	2,23661	1	2,23661	2,58	0,1396
AC	0,0703125	1	0,0703125	0,08	0,7818
BB	0,0462523	1	0,0462523	0,05	0,8221
BC	0,277513	1	0,277513	0,32	0,5843
CC	0,0382758	1	0,0382758	0,04	0,8379
Error total	8,68361	10	0,868361		
Total (corr.)	12,8349	19			

R-cuadrada = 32,344 %

R - Cuadrada (ajustada por g.l.) = 0,0 %

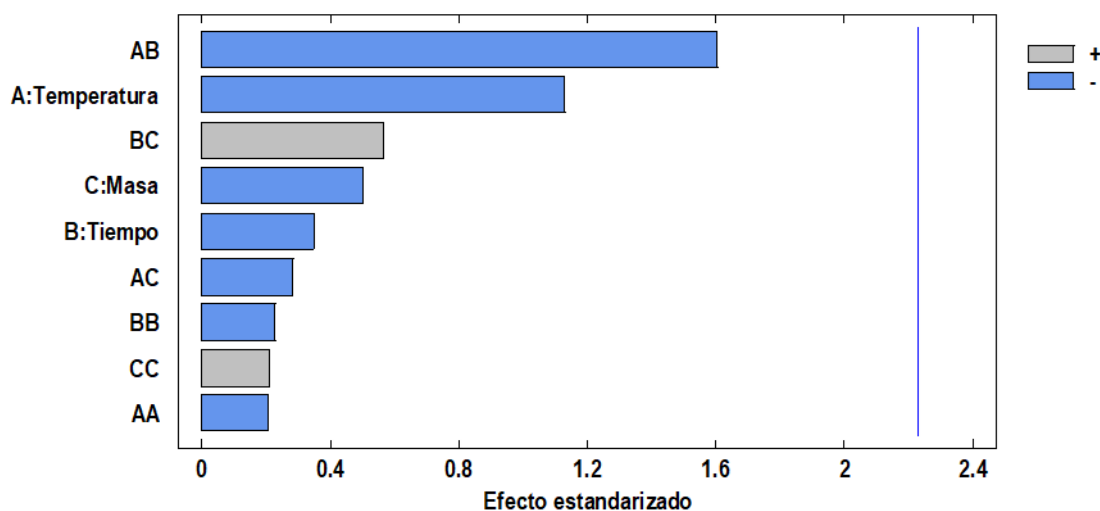
Según el coeficiente de determinación (R^2), de prueba manifiesta el 32,344 % de la variabilidad de la textura afectada por el tiempo de exposición. El R^2 ajustado que permite una comparación más precisa entre modelos con distintos números de variables y explica el 0,0 % no es afectada por los factores en estudio.

4.2.3. Carta estandarizada de Pareto para la textura

La Figura 15 la gráfica muestra que no existe significancia entre todos los factores independientes y las combinaciones en la textura de la fritura de la papa.

Figura 15

Carta estandarizada de Pareto para textura.



4.2.4. Coeficiente de regresión para la textura

En la Tabla 10 se observa la estimación de los coeficientes de regresión de los modelos poblacionales fijados para las respuestas de la textura.

Tabla 10

Coeficiente de regresión para textura.

Coeficiente	Estimado
Constante	-15,8463
A: Temperatura	0,161322
B: Tiempo	3,85726
C: Masa	0,446551
AA	-0,000226641
AB	-0,0235
AC	-0,0125
BB	-0,0251787
BC	0,248333
CC	0,206143

Se observa que los coeficientes regresores de los factores temperatura, tiempo y masa de la fritura y las interacciones BC y CC tienen signo positivo, estos signos positivos indican que por cada unidad de cambio que incrementen estos factores, la

respuesta de textura aumentan según se indican en las estimaciones, mientras que las combinaciones de AA, AB, AC y BB evidencian que hay cambios en la combinación del factor de temperatura, tiempo y masa de la fritura son importantes haciendo disminuir la respuesta de textura en unidades negativas, el incremento de la intersección se da por cada unidad.

Por cual podemos deducir que hay evidencia estadística suficientes al 0.05 de nivel de significancia que existe regresión polinomial. La ecuación de regresión para la textura (mm de profundidad) a cualquier temperatura de fritura (°C), tiempo de fritura (min) y masa de la papa (kg) según el modelo ajustado es:

$$\begin{aligned} \text{Textura} = & -15,8463 + 0,161322 * \text{Temperatura} + 3,85726 * \text{Tiempo} + 0,446551 * \\ & \text{Masa} - 0,000226641 * \text{Temperatura}^2 - 0,0235 * \text{Temperatura} * \\ & \text{Tiempo} - 0,0125 * \text{Temperatura} * \text{Masa} - 0,0251787 * \text{Tiempo}^2 + \\ & 0,248333 * \text{Tiempo} * \text{Masa} + 0,206143 * \\ & \text{Masa}^2 \end{aligned} \quad (1)$$

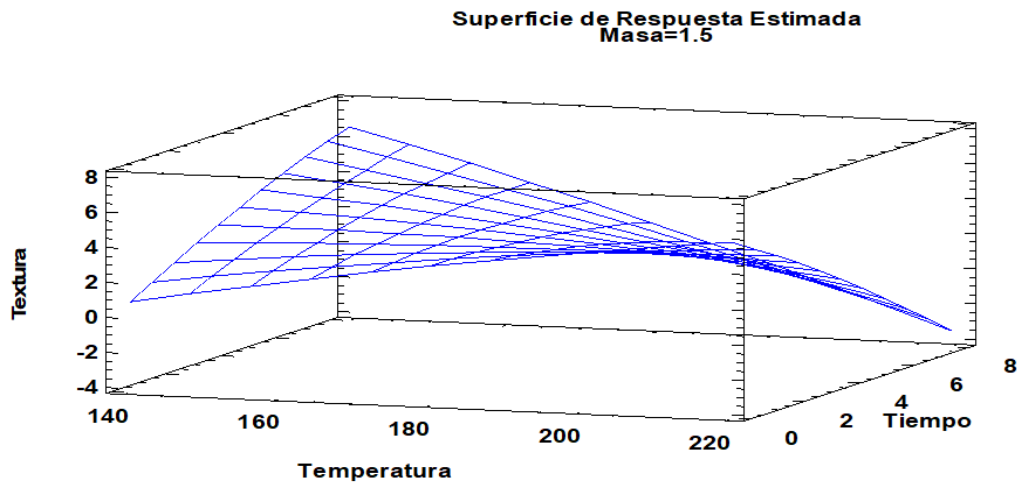
Se observa en la ecuación que el variable independiente no tiene el efecto cuadrático en la textura, lo que explica el R².

4.2.5. Superficie de respuesta estimada para la textura

La Figura 16 evidencia que manteniendo constante la masa de papa no hay interacción entre temperatura y tiempo de fritura, podemos afirmar mientras hay un aumento en la variable temperatura existe un incremento en la textura, si existe un incremento en la variable tiempo se ve que se disminuye el valor en la textura.

Figura 16

Superficie de respuesta estimada para la textura.

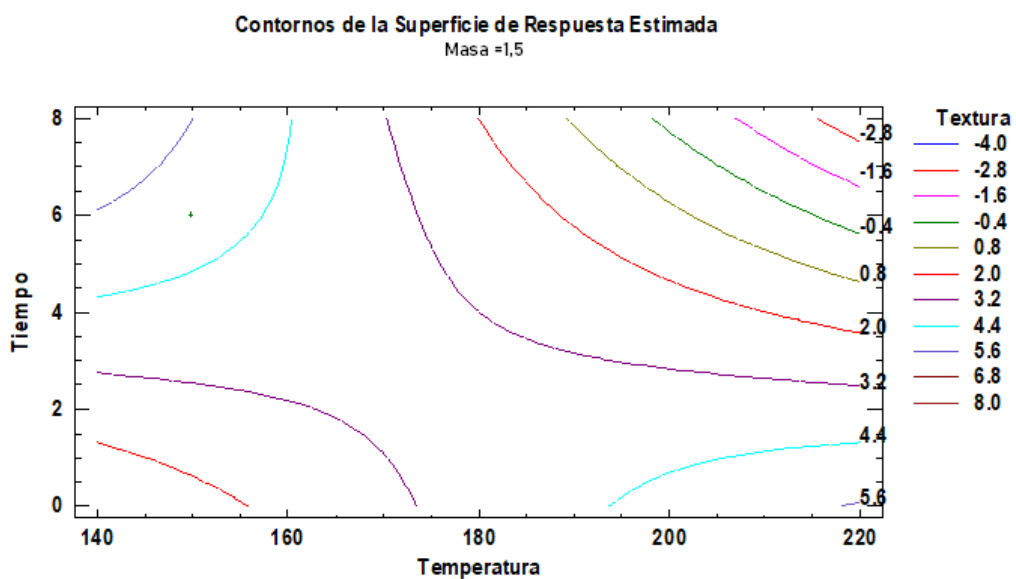


En cuanto a la textura, la tendencia que tienen las papas cuando es sometido a varios factores independientes, tiende disminuir su valor, cuando se aumentan fundamentalmente la temperatura y el tiempo de fritura.

De la Figura 17, se afirma con el diagrama de contornos correspondientes a la textura, obtenidos a partir de la superficie de respuesta.

Figura 17

Contornos de la superficie de respuesta estimada para la textura (temperatura de fritado, tiempo de exposición y la masa constante del producto).



4.2.6. Optimización de la respuesta para la textura

La tabla 11 muestra los valores máximos de la textura, determinados utilizando la ecuación 1.

Tabla 11

Condiciones de optimización de la textura.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	149,773	200,227	149,773 (°C)
Tiempo	0,977311	6,02269	6,02269 (min)
Masa	0,659104	2,3409	2,12575 (kg)

Valor óptimo = 5,43 (mm de profundidad)

Estos resultados ratifican lo expuesto en las referencias bibliográficas sobre el uso de altas temperaturas, tiempos moderados y la masa de la papa. En nuestro caso, la máxima textura a estas condiciones de fritura se alcanza experimentalmente con un valor de 5,43 mm de profundidad en promedio en un espesor de 1.5 cm de papa frita. El resultado que se obtuvo se asemeja al estudio realizado por Vaitkevičienė et al. (2022), quien encontró que las fritas son duras e influenciadas significativamente gracias al cultivo de las papas, el espesor en el rebanado y la temperatura del fritado, de acuerdo a las interacciones de los factores, las altas temperaturas en la fritura disminuyó la dureza de las papas fritas en los cultivos Valfi y Rosemarie, en los cultivos de Blaue Anneliese se observa un aumento; se cumple con lo que mencionan Ortega et al.(2019), a temperaturas elevadas de fritura las rodajas experimentan un ablandamiento inicial seguido de un endurecimiento acelerado de tejido, lo que se refleja en los valores elevados de fuerza máxima de fractura normalizada. No obstante, Bunger et al. (2003), señalan que las papas fritas de calidad presentan una corteza externa crujiente, con un espesor aproximado de 1 a 2 mm, zona en la que se concentra la mayor parte del aceite, mientras que en el interior debe conservar una textura húmeda y suave, similar a la de una papa cocida.

4.3. Azúcar reductor del frito de papas

4.3.1. Efectos estimados de cada variable y sus interacciones para azúcares reductores

En la tabla 12 se evidencian los promedios estimados de los efectos y la desviación estándar.

Tabla 12

Efectos estimados para determinar azúcar reductor (%).

Efecto	Estimado	Error Estd.
Promedio	0,239421	0,0178404
A: Temperatura	-0,0282108	0,0236734
B: Tiempo	0,0567744	0,0236735
C: Masa	-0,0369045	0,0236734
AA	0,0202893	0,0230453
AB	-0,071	0,0309309
AC	0,0465	0,0309309
BB	0,0100365	0,0230455
BC	-0,057	0,0309309
CC	0,00402618	0,0230454

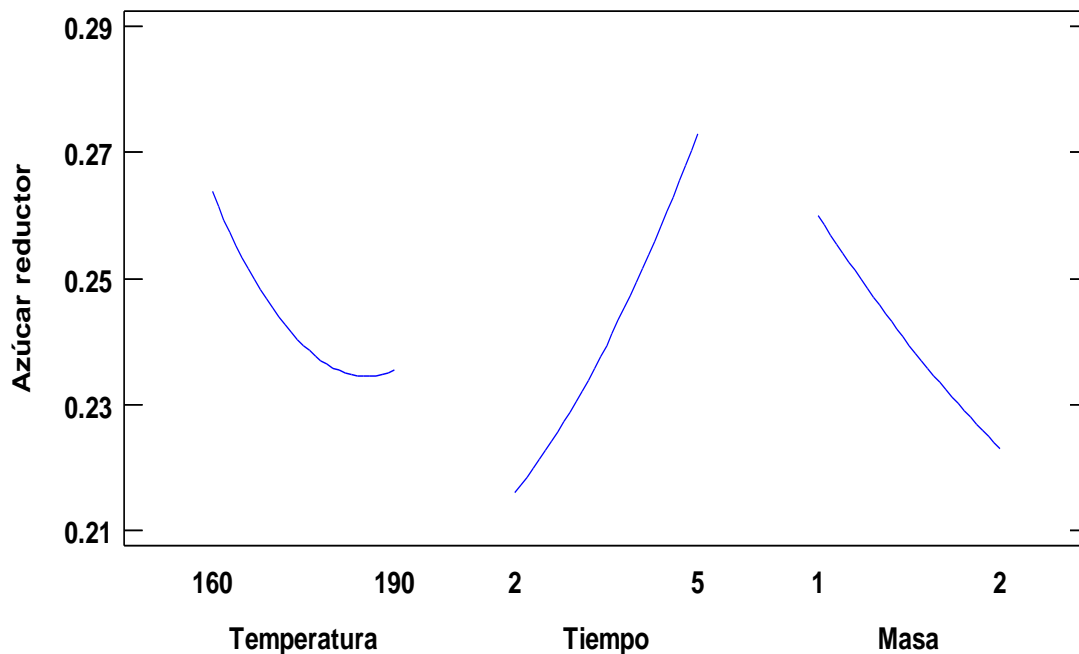
El valor medio obtenido del azúcar reductor en los ensayos es de 0,239421 %, y el modelo indica que tanto las variables independientes como sus combinaciones influyen sobre dicho valor. En la Tabla 12 se observa el efecto de cada uno de los factores, donde indica que al incrementar el tiempo en la fritura de la papa se suscita un incremento en el contenido de azúcar reductor, mientras que al aumentar la temperatura y la masa hay disminución de la variable respuesta.

Respecto al efecto de las combinaciones podemos deducir que las combinaciones de AA, AC, BB y CC muestran un resultado favorable indicando que todos los factores tienen influencia en la respuesta del proceso. Sin embargo, las interacciones AB y BC son negativas en los resultados.

En la Figura 18, Observamos el efecto principal de frito de papas en el azúcar reductor de acuerdo a las variaciones del factor independiente del rango estipulado para el estudio de la investigación.

Figura 18

Efectos principales de fritado de papas en el azúcar reductor.



De la Figura 18 se puede afirmar que el azúcar reductor disminuye cuando la temperatura y la masa de papa de la fritura se incrementa, mientras que el tiempo de fritura aumenta se incrementa el azúcar reductor, este efecto en la variable dependiente es ocasionado por las variables en estudio, disminuyendo o aumentando su valor conforme actúan en el proceso de fritura.

4.3.2. Análisis de varianza para azúcar reductor

La Tabla 13 observamos el análisis de varianza procesado para el azúcar reductor en el DCCR, donde indica que el factor tiempo de fritura y la interacción temperatura y tiempo tienen diferencias significativas en la variable respuesta; mientras que no existe evidencia estadística al 5 % de nivel de significancia en los factores y las demás interacciones de los factores en la fritura, que nos permite obtener respuestas no significativas para la temperatura, masa de papa como términos lineales y términos cuadráticos.

Tabla 13*Análisis de varianza para azúcar reductor.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura	0,00271722	1	0,00271722	1,42	0,2609
B: Tiempo	0,0110051	1	0,0110051	5,75	0,0374
C: Masa	0,00464997	1	0,00464997	2,43	0,1501
AA	0,00148314	1	0,00148314	0,78	0,3993
AB	0,010082	1	0,010082	5,27	0,0446
AC	0,0043245	1	0,0043245	2,26	0,1637
BB	0,000362914	1	0,000362914	0,19	0,6724
BC	0,006498	1	0,006498	3,40	0,0952
CC	0,0000584026	1	0,0000584026	0,03	0,8648
Error total	0,0191344	10	0,00191344		
Total (corr.)	0,0601345	19			

R-cuadrada = 68,1807 %

R - Cuadrada (ajustada por g.l.) = 39,5434 %

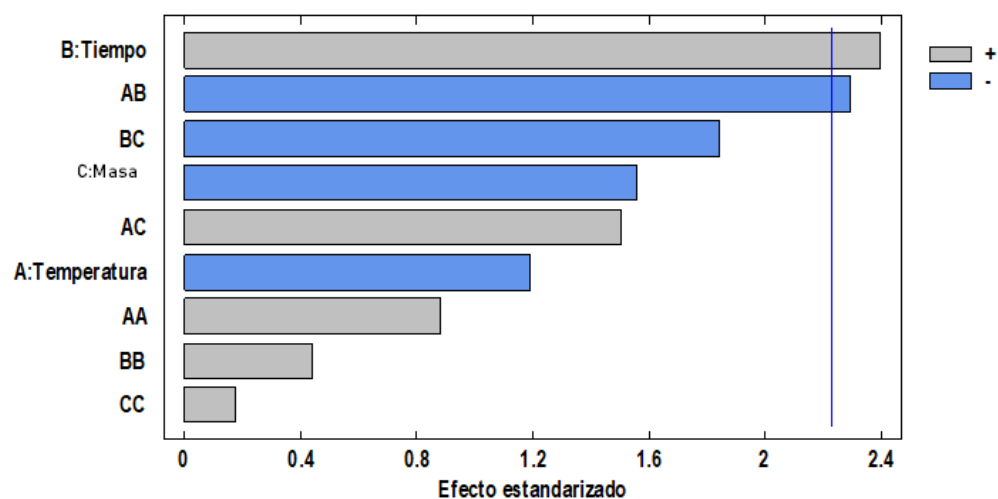
El R² estadístico, de acuerdo al modelo define 68,1807 % en la variabilidad del azúcar reductor afectado por el tiempo de exposición. De acuerdo al R² ajustado nos permite realizar una comparación adecuada del modelo estadístico de varios números de variables que da como resultado de 39,5434 % por lo que no afecta al factor de la investigación.

4.3.3. Carta estandarizada de Pareto para azúcar reductor

En la Figura 19 se visualiza que existe diferencias significativas entre el factor tiempo y la interacción temperatura - tiempo en el azúcar reductor de la fritura de la papa.

Figura 19

Carta estandarizada de Pareto para azúcar reductor.



4.3.4. Coeficiente de regresión para azúcar reductor

La Tabla 14 se detalla los resultados obtenidos de los coeficientes de regresión del modelo poblacional denotado para la respuesta del azúcar reductor.

Tabla 14

Coeficiente de regresión para azúcar reductor.

Coeficiente	Estimado
Constante	1,4672
A: Temperatura	-0,0158487
B: Tiempo	0,336424
C: Masa	-0,470562
AA	0,0000450873
AB	-0,00157778
AC	0,0031
BB	0,00223033
BC	-0,038
CC	0,00805237

Los coeficientes regresores del factor tiempo y las interacciones AA, AC, BB y CC tienen signo positivo, estos signos positivos indican que por cada unidad de cambio que incrementa el factor y las interacciones, la respuesta de azúcar reductor aumenta según se indican en las estimaciones, mientras que para los factores de temperatura y masa de la papa, las interacciones de AB y BC indican los cambios de los factores

y de la interacción mencionada que son importantes haciendo disminuir la respuesta en unidades negativas por cada unidad de incremento de dichos factores y la interacción.

Donde se afirma que hay suficientes evidencias estadísticas al 0.05 del nivel de significancia que existe regresión polinomial. En la ecuación de regresión para el azúcar reductor % a cualquier temperatura de fritura ($^{\circ}\text{C}$), tiempo de fritura (min) y masa de papa (kg) según el modelo ajustado es:

$$\begin{aligned} \text{Azúcar reductor} = & 1,4672 - 0,0158487 * \text{Temperatura} + 0,336424 * \text{Tiempo} - \\ & 0,470562 * \text{Masa} + 0,0000450873 * \text{Temperatura}^2 - \\ & 0,00157778 * \text{Temperatura} * \text{Tiempo} + 0,0031 * \\ & \text{Temperatura} * \text{Masa} + 0,00223033 * \text{Tiempo}^2 - 0,038 * \\ & \text{Tiempo} * \text{Masa} + 0,00805237 * \\ & \text{Masa}^2 \end{aligned} \quad (2)$$

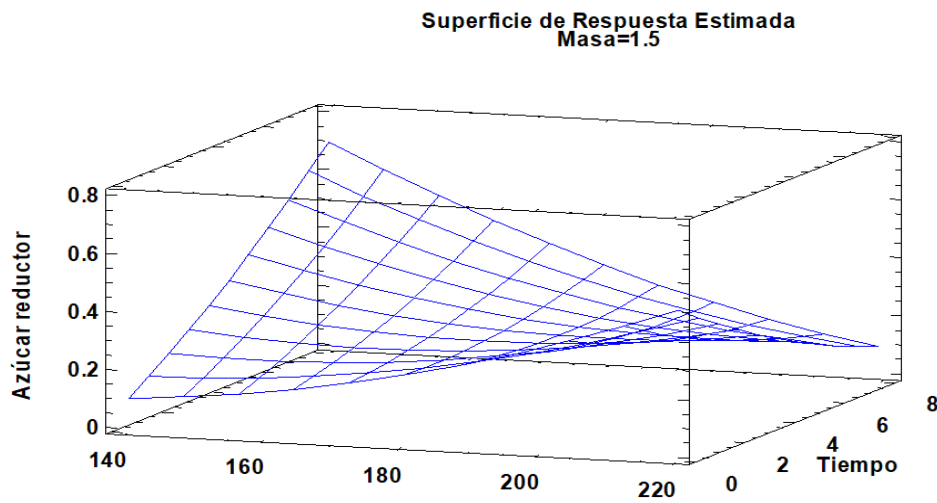
Observamos en la ecuación que hay un efecto cuadrático sobre el azúcar reductor en las variables de estudio, lo que explica el R^2 .

4.3.5. Superficie de respuesta estimada para azúcar reductor

En la Figura 20 visualizamos que manteniendo constante la masa de la papa hay una breve interacción entre la temperatura y tiempo de fritado, se afirma que al aumentar la variable temperatura existe un incremento en el azúcar reductor, en lo contrario si se aumenta la variable tiempo existe una depreciación del valor del azúcar reductor.

Figura 20

Superficie de respuesta estimada para azúcar reductor.



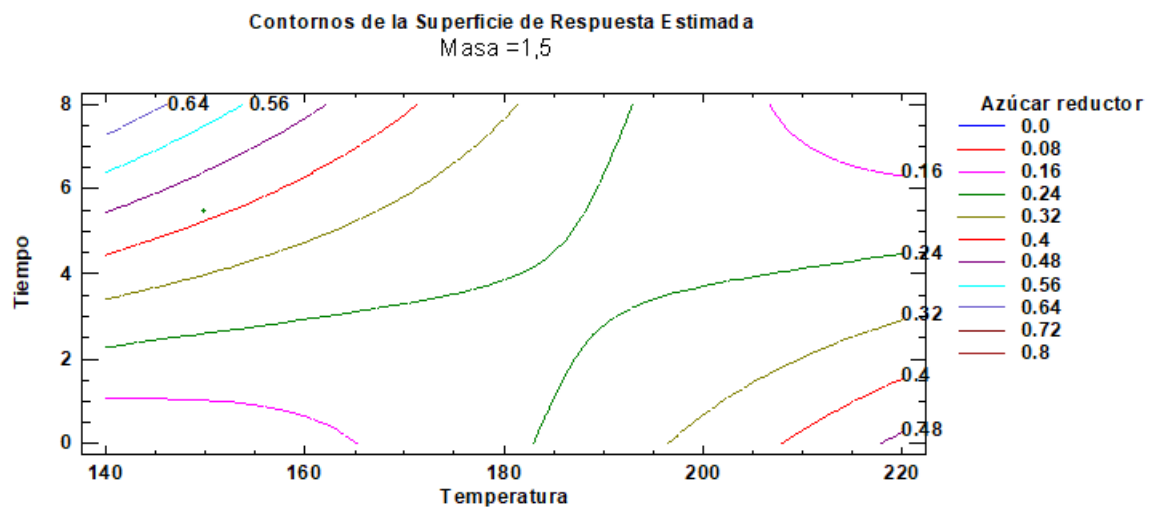
En cuanto al azúcar reductor, la tendencia que tienen las papas cuando son sometidos a diferentes factores independientes como la temperatura y el tiempo de fritura con una masa constante de papa, disminuye su valor la variable dependiente a medida que se va incrementando las variables mencionadas.

Lo descrito se confirma con la Figura 21, donde podemos observar que cuando se aumenta la temperatura de fritado a una exposición de mayor tiempo de fritado y masa de la papa para fritura, el azúcar reductor va disminuyendo.

Figura 21

Contornos de la superficie de respuesta estimada para azúcar reductor

(temperatura de fritado, tiempo de exposición y la masa constante del producto).



4.3.6. Optimización de la respuesta para azúcar reductor

En la tabla 15 se muestra los resultados de las condiciones de los factores, Aplicando la ecuación 2 determinamos el valor óptimo del azúcar reductor.

Tabla 15

Condiciones de optimización del azúcar reductor.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	149,773	200,227	149,773 (°C)
Tiempo	0,977311	6,02269	5,47739 (min)
Masa	0,659104	2,3409	0,659104 (kg)

Valor óptimo = 0,58 % de azúcar reductor

Los resultados muestran el efecto del uso de altas temperaturas, tiempos moderados y variación de masa de la papa en el fritado, llegando al valor óptimo de 0,58 % de azúcar reductor, lo que, concuerdan con los reportes de (Rodríguez et al., 1997), donde describe que los contenidos de azúcares reductores en diferentes variedades de papa es 0,040%-1% en masa fresca. La presencia de azúcares reductores es de gran importancia en la fritura, Estos resultados evidencian la afinidad con los resultados ya que el contenido de estos azúcares se correlaciona con el grado de oscurecimiento no enzimático que se desarrolla durante el calentamiento (Pritchard et al., 1994). Y para una buena calidad de papas fritas congeladas y papa tostada se recomienda contenidos de azúcares reductores $\leq 0,30\%$ y $0,20\%$ de la masa fresca, respectivamente (Rodríguez et al., 1997). Por otro lado, Borruey et al. (2000) mencionan que la calidad de las frituras no es igual en las diferentes variedades.

Podemos determinar que el resultado que se obtuvo se encuentra en el rango establecido, los azúcares presentes en el tubérculo en pequeñas cantidades son: sacarosa, glucosa y fructosa, donde la glucosa y fructosa se denominan como "azúcares reductores", del contenido de las cuales depende el color característico de las papas fritas.

4.4. Acidez del fritado de papas

4.4.1. Efectos estimados de cada variable y sus interacciones

Se muestran en la tabla 16, los resultados para los promedios estimado y la desviación estándar.

Tabla 16*Efectos estimados para la acidez (%)*

Efecto	Estimado	Error Estd.
Promedio	0,512484	0,0348633
A: Temperatura	0,0299351	0,0462619
B: Tiempo	0,0477013	0,046262
C: Masa	-0,0191844	0,046262
AA	0,128211	0,0450345
AB	-0,11225	0,0604442
AC	-0,07675	0,0604442
BB	-0,0559896	0,0450348
BC	-0,04275	0,0604442
CC	-0,0043706	0,0450347

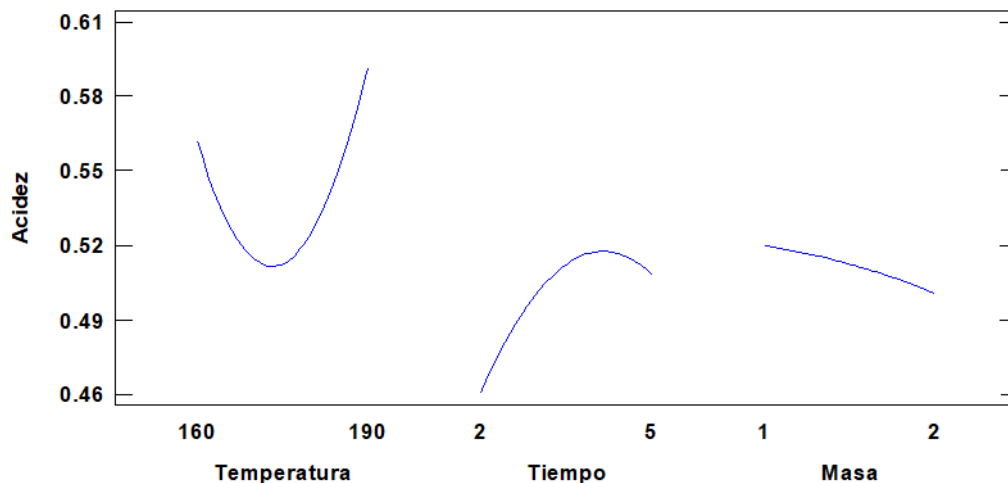
El promedio para la acidez en los tratamientos es de 0,512484 %, los diferentes factores e interacciones también intervienen en el efecto sobre el valor promedio de la acidez estimado por el modelo establecido. De los resultados se afirma que cada uno de los factores tienen efectos positivos o negativos, indicando que al incrementar la temperatura y el tiempo en la fritura de la papa se suscita un incremento en el contenido de la acidez, mientras que al aumentar la masa de la papa hay disminución de la variable respuesta. Mientras que los efectos de las interacciones se pueden indicar que la interacción AA presentan un efecto positivo indicando que solo el factor temperatura tiene influencia en la respuesta del proceso. Sin embargo, las interacciones AB, AC, BB, BC y CC los resultados para la acidez son negativos.

El resultado que se obtuvo para determinar la acidez se encuentra en el rango establecido por las normas técnicas, las cuales no deben superar más de 2 – 3 % acidez titulable, observamos que no existe deterioro del aceite durante el proceso de fritura a causa de la temperatura. La acidez es importante ya que es un indicador de las alteraciones por hidrólisis química que sufren los triglicéridos.

Se muestra en la Figura 22, el comportamiento de la acidez cuando existen variaciones de los factores independientes del rango estipulado en el estudio.

Figura 22

Efectos principales de fritado de papas en la acidez total (%)



De la Figura 22 se afirma que la acidez tiene un comportamiento variable cuando la temperatura y tiempo de fritura se incrementa; mientras que cuando aumenta la masa de la papa, la acidez tiene una mínima disminución, estos efectos se observa en las variables evaluado, están dadas gracias al variable intendente.

4.4.2. Análisis de varianza para la acidez total

En la Tabla 17 observamos el análisis de varianza procesado para la acidez, donde indica que la interacción temperatura tiene diferencias significativas en la variable respuesta; mientras que no existe evidencia estadística al 5 % de nivel de significancia en los factores temperatura, tiempo y masa de la papa de fritura y las demás interacciones de los factores, que nos permite obtener respuestas no significativas para la temperatura, tiempo y masa de la papa como términos lineales y términos cuadráticos.

Tabla 17*Análisis de varianza para acidez total (%)*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura	0,00305952	1	0,00305952	0,42	0,5322
B: Tiempo	0,00776876	1	0,00776876	1,06	0,3268
C: Masa	0,00125658	1	0,00125658	0,17	0,6871
AA	0,0592241	1	0,0592241	8,11	0,0173
AB	0,0252001	1	0,0252001	3,45	0,0930
AC	0,0117811	1	0,0117811	1,61	0,2329
BB	0,0112942	1	0,0112942	1,55	0,2421
BC	0,00365512	1	0,00365512	0,50	0,4956
CC	0,0000688221	1	0,0000688221	0,01	0,9246
Error total	0,0730701	10	0,00730701		
Total (corr.)	0,202635	19			

R-cuadrada = 63,94 %

R - Cuadrada (ajustada por g.l.) = 31,486 %

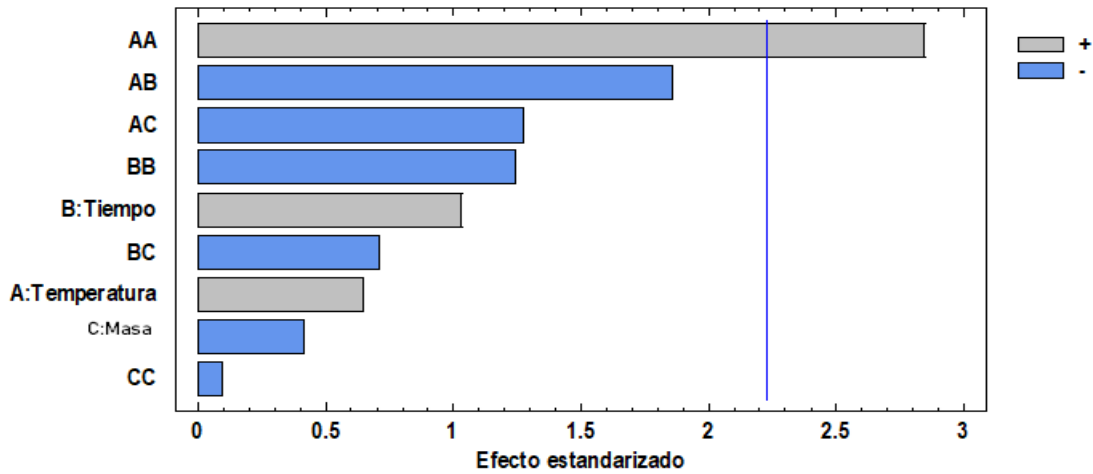
Con respecto al R^2 estadístico, el resultado obtenido para el modelo es 63,94 % por la variabilidad de la acidez es afectado por la temperatura de exposición. Con el R^2 ajustado podemos realizar comparaciones del modelo de varios números de variables y el resultado es 31,486 % la cual no afecta el factor de la investigación.

4.4.3. Carta estandarizada de Pareto para la acidez total

La Figura 23 ilustra que hay significancia, entre la interacción de la temperatura de la fritura de la papa, mientras que los factores de tiempo y masa de la papa y las combinaciones esta tiene significancia.

Figura 23

Carta estandarizada de Pareto para acidez (%)



4.4.4. Coeficiente de regresión para la acidez

La Tabla 18 detalla los resultados obtenidos experimentalmente de los factores de regresión de acuerdo a la prueba poblacional estimado, de los resultados de la acidez.

Tabla 18

Coeficiente de regresión para acidez total (%)

Coeficiente	Estimado
constante	5,84377
A: Temperatura	-0,0823162
B: Tiempo	0,582273
C: Masa	1,00221
AA	0,000284913
AB	-0,00249444
AC	-0,00511667
BB	-0,0124421
BC	-0,0285
CC	-0,00874121

Los coeficientes regresores de los factores tiempo de fritura, masa de la papa y la interacción AA tienen signo positivo, indicando que por cada unidad de cambio que incrementa los factores y la interacción, la respuesta de acidez aumenta según se muestran en las estimaciones, mientras que para el factor temperatura y las interacciones de AB, AC, BB, BC y CC indican el cambio del factor y de las interacciones mencionada que son importantes haciendo disminuir la variable respuesta en unidades negativas de acuerdo al aumento por cada unidad de factor y las interacciones.

Por lo establecido se afirma que hay suficientes evidencias estadísticas al 0.05 del nivel de significancia que existe regresión polinomial. La ecuación de regresión para la acidez % en el rango de fritado de la temperatura (°C), tiempo de fritado (min) y masa de la papa (kg) según el modelo ajustado es:

$$\begin{aligned} \text{Acidez} = & 5,84377 - 0,0823162 * \text{Temperatura} + 0,582273 * \text{Tiempo} + 1,00221 * \\ & \text{Masa} + 0,000284913 * \text{Temperatura}^2 - 0,00249444 * \text{Temperatura} * \\ & \text{Tiempo} - 0,00511667 * \text{Temperatura} * \text{Masa} - 0,0124421 * \\ & \text{Tiempo}^2 - 0,0285 * \text{Tiempo} * \text{Masa} - 0,00874121 * \text{Masa}^2 \quad (3) \end{aligned}$$

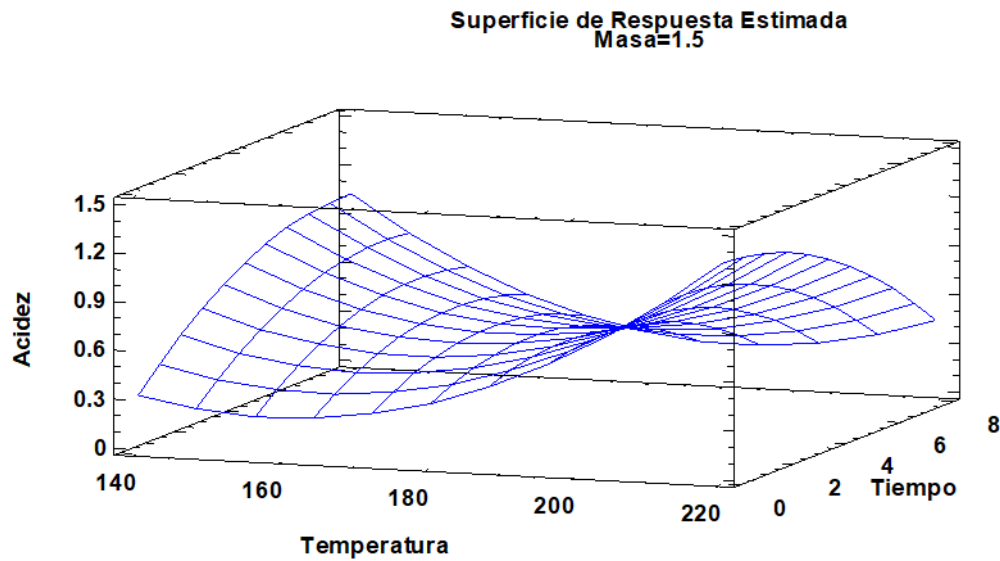
Observamos en la ecuación que la variable independiente causa un efecto cuadrático en la acidez, lo que explica el R².

4.4.5. Superficie de respuesta estimada para la acidez

Observando la Figura 24, donde evidencia que no existe interacción entre la temperatura y tiempo de fritado, se afirma que a temperatura menor a 170 °C no hay modificación de la acidez, si se aumenta dicha variable existe un incremento en la acidez, de lo contrario si aumentamos la variable tiempo existe una reducción del valor en la acidez.

Figura 24

Superficie de respuesta estimada para acidez total (%)

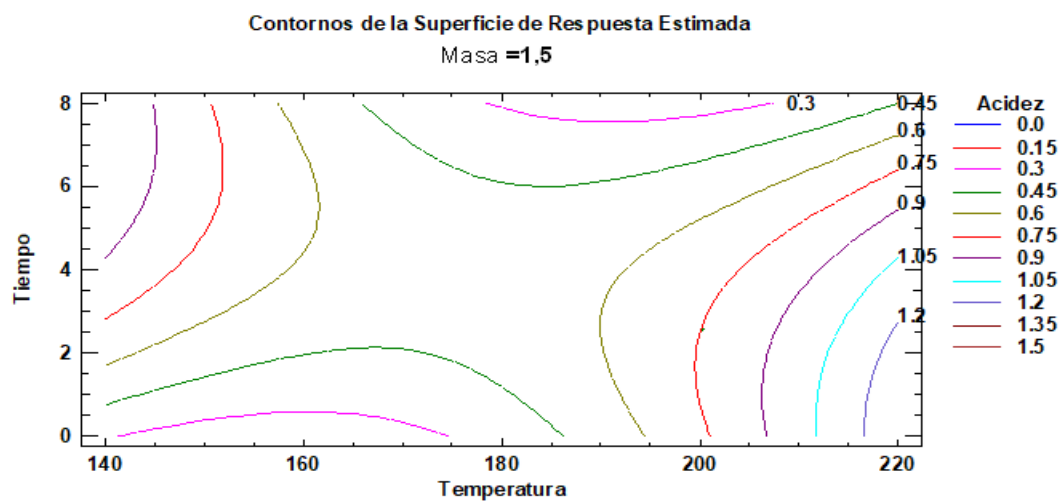


La tendencia que tienen las papas tipo bastones cuando son sometidos a diferentes factores independientes, aumenta el valor de la acidez a medida que se aumentan fundamentalmente la temperatura y el tiempo de fritura.

Confirmándose en la Figura 25, donde nos muestra que, si se va incrementando la temperatura y el tiempo, la acidez del producto va en aumento.

Figura 25

Contornos de la superficie de respuesta estimada para acidez (temperatura de frito, tiempo de exposición y la masa constante del producto).



4.4.6. Optimización de la respuesta para la acidez total

Según la Ecuación 3, se determinó que el valor óptimo de la acidez obtiene bajo las condiciones de los factores, donde expone en la Tabla 19.

Tabla 19

Condiciones de optimización de la acidez total (%)

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	149,773	200,227	200,227 (°C)
Tiempo	0,977311	6,02269	2,57796 (min)
Masa	0,659104	2,3409	0,662859 (kg)

Valor óptimo = 0,84 %

Estos resultados conducen a lo encontrado del valor óptimo por las variantes del uso de las temperaturas, tiempos y masa de las papas en el proceso del fritado. Obteniendo un valor de 0,84 %.

En este estudio, se puede apreciar el porcentaje de acidez total en el valor óptimo fue de 0,84 % las cuales no deben superar más de 2 – 3 % acidez titulable, observamos que no existe deterioro del aceite durante el proceso de pre fritura a causa de la temperatura. Si denotamos que un aceite tiene 2 grados de acidez, entonces podemos decir que contiene 2% en peso de ácidos grasos libres. La acidez es importante ya que es un indicador de las alteraciones por hidrolisis química que sufren los triglicéridos

En la Tabla 18 observamos que en cuanto a la acidez es 0,84 % lo cual indica que a mayores tiempos expuesto las papas fritas existen un incremento en el Índice de Acidez (IA). Es una característica de las mantecas de contener 0.2 a 0.5% de acidez libre como predominante el ácido oleico, de la cual denotamos que los valores hallados cumplen las especificaciones (Juarez, 2008)

El porcentaje de acidez titulable resultante muestra un incremento ligero a medida que aumenta la temperatura y tiempo de fritura. Este comportamiento se debe a que el aceite tiene su propia acidez y al momento de la fritura el alimento entra en contacto con éste produciéndose una variación en su acidez final. También se presume se debe al contenido de humedad con que entran al proceso de fritura,

pudiendo dar lugar a una hidrólisis del aceite, produciendo una ruptura del enlace éster de los triglicéridos y ocasionando la aparición de ácidos grasos libres. (Yagüe, 2012)

4.5. Índice de peróxido para el frito de papas

4.5.1. Efectos estimados de cada variable y sus interacciones

En la tabla 20 podemos observar los resultados para los promedios del índice de peróxido y la desviación estándar.

Tabla 20

Efectos estimados para índice de peróxido (meq O₂/kg)

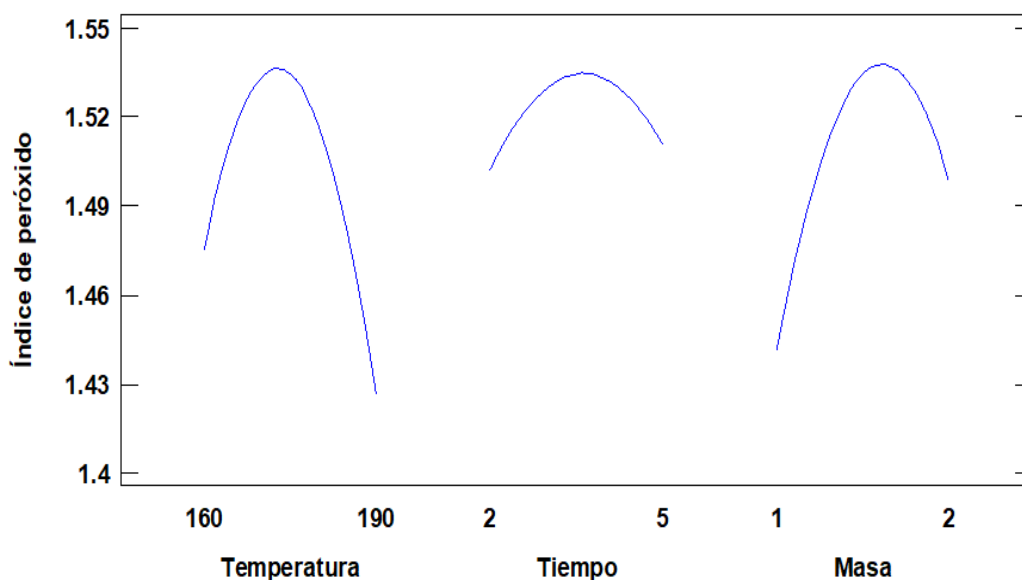
Efecto	Estimado	Error Estd.	V.I.F.
Promedio	1,53461	0,202348	
A: Temperatura	-0,0483808	0,268506	1,0
B: Tiempo	0,00846076	0,268507	1,0
C: Masa	0,0571144	0,268507	1,0
AA	-0,167026	0,261382	1,01827
AB	0,1935	0,350821	1,0
AC	0,128	0,350821	1,0
BB	-0,0563641	0,261384	1,01827
BC	-0,03	0,350821	1,0
CC	-0,128843	0,261383	1,01827

La media para el índice de peróxido es de 1,53461 meq O₂/kg y los efectos de las distintas variables y sus interacciones ejercen también efecto sobre el promedio del índice de peróxido estimado por el modelo. Observamos en la Tabla 20, que al incrementar el tiempo y masa de las papas en la fritura hay un incremento en el contenido de índice de peróxido, mientras que al incrementar la temperatura hay disminución de la variable respuesta. Y los efectos de las combinaciones se pueden mostrar que AB y AC muestran un resultado positivo indicando que los involucrados tienen influencia en la respuesta del proceso. Mientras, las interacciones AA, BB, BC y CC son negativos con disminución en la respuesta.

La Figura 26 muestra el comportamiento del índice de peróxido conforme hay variación en los factores independientes en el rango previsto para la investigación.

Figura 26

Efectos principales de fritado de papas en el para índice de peróxido (meq O₂/kg)



Observando los efectos para el índice de peróxido se puede asegurar que dicha respuesta tiene variabilidad cuando la temperatura, tiempo y masa de la papa de fritura se incrementan, este efecto en el índice de peróxido es ocasionado por las variables en estudio, en principio aumentando y luego disminuyendo su valor conforme ellas se incrementan.

4.5.2. Análisis de varianza para el índice de peróxido

En la Tabla 21 visualizamos el análisis de varianza para el índice de peróxido (meq/kg), donde los factores y sus interacciones no tienen diferencias significativas en la variable respuesta al 0.05 de nivel de confianza, esto permite tener resultados no significativas para la temperatura, tiempo y masa de la papa como términos lineales y términos cuadráticos.

Tabla 21*Análisis de varianza para índice de peróxido (meq O₂/kg)*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura	0,00799167	1	0,00799167	0,03	0,8606
B: Tiempo	0,000244405	1	0,000244405	0,00	0,9755
C: Masa	0,0111374	1	0,0111374	0,05	0,8358
AA	0,100511	1	0,100511	0,41	0,5372
AB	0,0748845	1	0,0748845	0,30	0,5934
AC	0,032768	1	0,032768	0,13	0,7228
BB	0,0114459	1	0,0114459	0,05	0,8336
BC	0,0018	1	0,0018	0,01	0,9335
CC	0,0598087	1	0,0598087	0,24	0,6327
Error total	2,46151	10	0,246151		
Total (corr.)	2,73992	19			

R- Cuadrada = 10,1614 %

R - Cuadrada (ajustada por g.l.) = 0,0 %

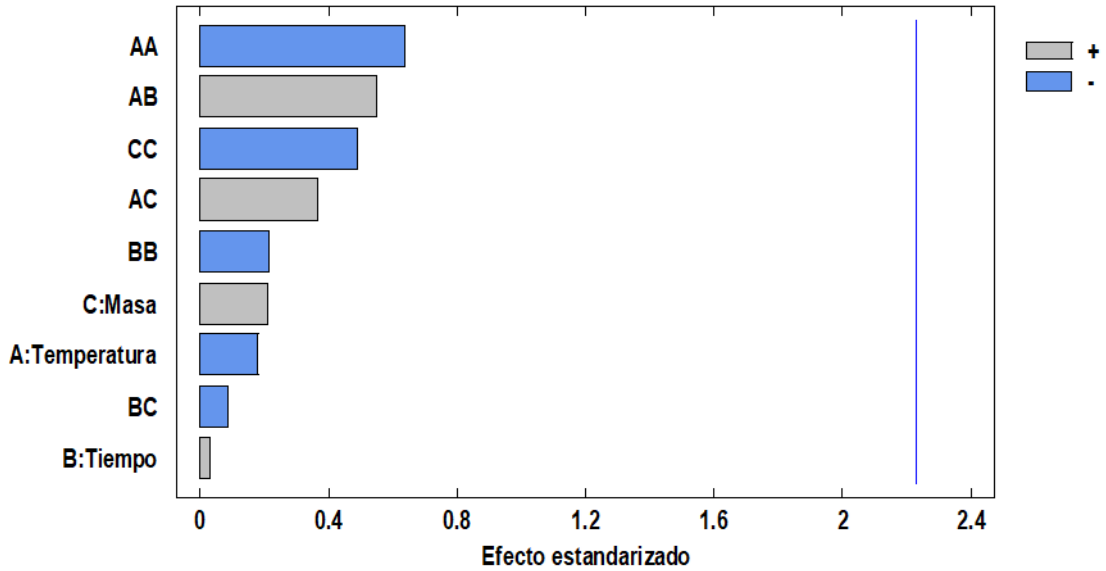
Según el R² estadístico, del modelo de estudio como resultado es de 10,1614 % de variabilidad en el índice de peróxido es afectado por los componentes en la exposición del proceso de fritura. El R² ajustado nos ayuda a realizar mejores comparaciones del modelo de estudio con varios números de variables y obtenemos como resulta 0,0 % sin afectar el factor de la investigación.

4.5.3. Carta estandarizada de Pareto para el índice de peróxido

La Figura 27 observamos que no existe diferencias significativas en todos los factores independientes y las combinaciones del índice de peróxido de fritura de la papa.

Figura 27

Carta estandarizada de Pareto para índice de peróxido (meq O₂/kg).



4.5.4. Coeficiente de regresión para el índice de peróxido

Los resultados que observamos en la Tabla 22, es la estimación de los coeficientes de regresión de la prueba de estudio para el índice de peróxido.

Tabla 22

Coeficiente de regresión para índice de peróxido (meq O₂/kg).

Coeficiente	Estimado
Constante	-5,61021
A: Temperatura	0,100446
B: Tiempo	-0,632002
C: Masa	-0,593163
AA	-0,000371168
AB	0,0043
AC	0,00853333
BB	-0,0125254
BC	-0,02
CC	-0,257685

El coeficiente regresores del factor temperatura de fritura y las interacciones AB y AC son positivos, indicando un cambio por cada que incrementa el coeficiente y las interacciones resulta como el índice de peróxido incrementa según se muestran en las estimaciones, mientras que los coeficientes para los factores tiempo de fritura, masa de la papa y las interacciones de AA, BB, BC y CC indican los cambios de los factores y de las interacciones mencionadas, siendo importantes por hacer disminuir la variable respuesta en unidades negativas por cada unidad de incremento de dichos factores y las interacciones.

De lo establecido se afirma que hay evidencias estadísticas suficientes de 0.05 del nivel de confianza que existe regresión polinomial. La ecuación de regresión para el índice de peróxido meq/kg en el rango de temperatura de fritura (°C), tiempo de fritura (min) y masa de papa (kg) según el modelo ajustado es:

$$\begin{aligned} \text{Índice de peróxido} = & -5,61021 + 0,100446 * \text{Temperatura} - 0,632002 * \text{Tiempo} - \\ & 0,593163 * \text{Masa} - 0,000371168 * \\ & \text{Temperatura}^2 + 0,0043 * \text{Temperatura} * \text{Tiempo} + \\ & 0,00853333 * \text{Temperatura} * \text{Masa} - 0,0125254 * \\ & \text{Tiempo}^2 - 0,02 * \text{Tiempo} * \text{Masa} - 0,257685 * \\ & \text{Masa}^2 \end{aligned} \quad (4)$$

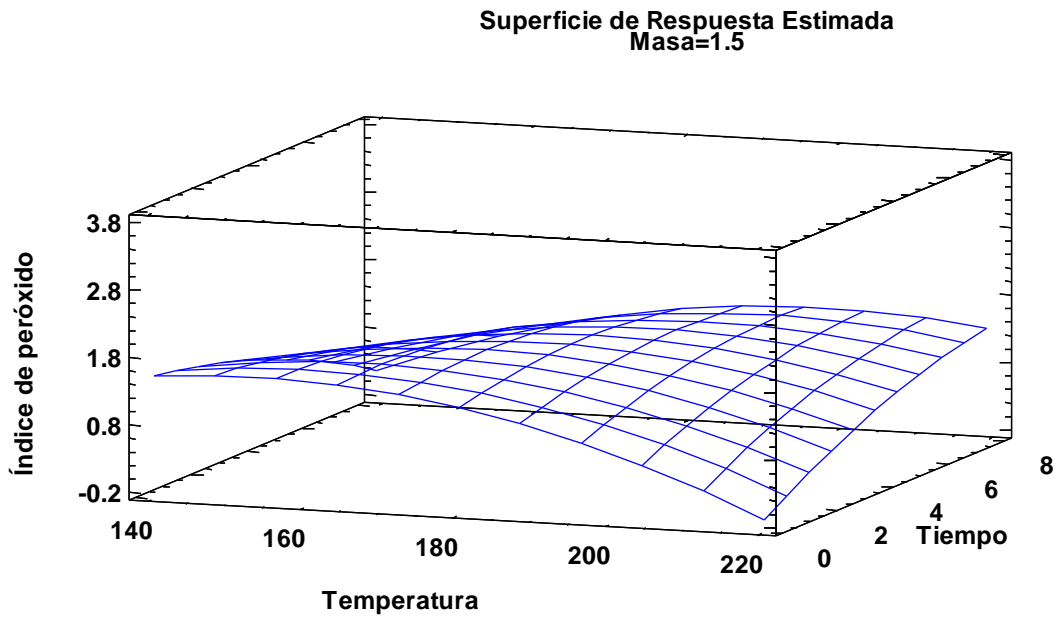
Se deduce de la ecuación para los variables independientes, no hay ningún efecto cuadrático sobre el índice de peróxido, lo que explica el R².

4.5.5. Superficie de respuesta estimada para el índice de peróxido

En la Figura 28 se observa que no existe combinaciones entre la temperatura y tiempo de fritado, afirmándose que a baja temperatura y tiempo corto el índice de peróxido es más alto en valor, pero si se incrementa estas variables hay una disminución del índice de peróxido.

Figura 28

Superficie de respuesta estimada para índice de peróxido (meq O₂/kg).

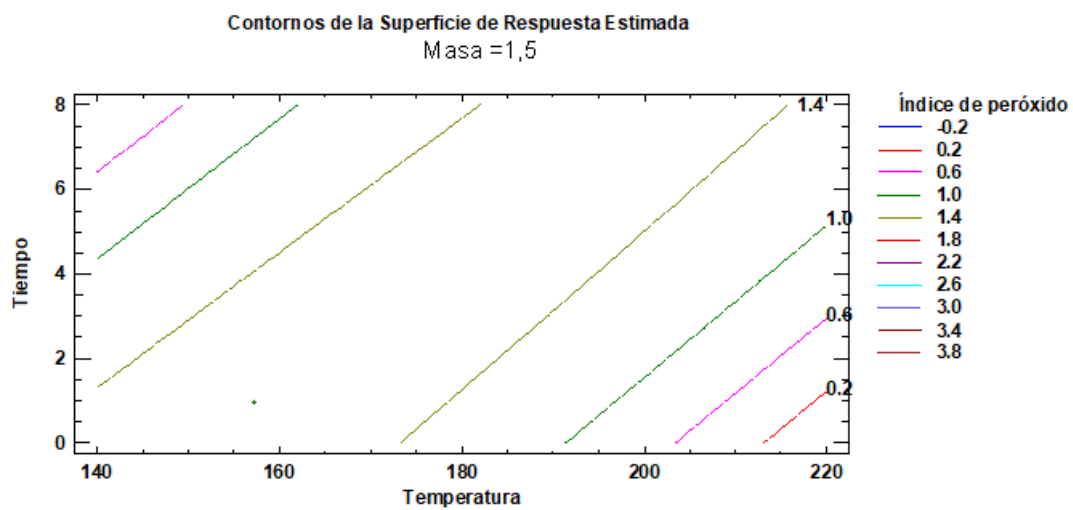


Para el índice de peróxido, la tendencia que tienen las papas cuando son sometidos a diferentes temperaturas de fritura y además si hay variación del tiempo de fritura, es a disminuir su valor a medida que se aumentan estos factores.

En la Figura 29 se contrasta lo descrito en la figura de superficie de respuesta para el índice de peróxido.

Figura 29

Contornos de la superficie de respuesta estimada para índice de peróxido (temperatura de fritado, tiempo de exposición y la masa constante del producto).



4.5.6. Optimización de la respuesta del índice de peróxido

En la Tabla 23 se observa la determinación del valor óptimo del índice de peróxido (meq O₂/kg) basándose en la utilización y procesamiento de la ecuación 4.

Tabla 23

Condiciones de optimización del índice de peróxido (meq O₂/kg).

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	149,773	200,227	157,231 (°C)
Tiempo	0,977311	6,02269	0,977312 (min)
Masa	0,659104	2,3409	1,41451 (kg)

Valor óptimo = 1,55 meq O₂/kg

Estos resultados ratifican lo encontrado en las referencias bibliográficas sobre la utilización de temperaturas elevadas, tiempos moderados y con variación de masa de la papa en la elaboración de papas fritas. En nuestro caso, el valor óptimo del índice de peróxido (meq O₂/kg) a las condiciones de los factores en la alcanzado es de 1,55, lo que concuerda con estudios previos que destacan los resultados obtenidos de índice de peróxido en los tratamientos; los autores Ávila y Ordoñez (2017), presentan contenidos de peróxidos en las papas fritas, sometidas a temperaturas de 140°C y 225°C, reportando valores de 0,30 hasta 4,01 meq O₂/kg, estos valores comparando con lo obtenido se encuentran dentro de lo reportado por estos autores; la muestra de papa yungay a diferentes temperaturas se encuentran en el rango establecido por las normas no debiendo contener por encima de 10 meq O₂/kg. González et al., (2012), Por otro lado, Ortega et al., (2015), mencionaron que en alimentos el índice de peróxido es mayor hasta de 15 meq O₂/kg de aceite, de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 209.006: 1968 (revisada el 2016). Estudios posteriores indican que el índice de peróxido describe la calidad de los aceites, teniendo un resultado para el aceite de girasol de 2.524 meq/Kg, requisito que cumple para el consumo humano.

4.6. Olor del frito de papas

4.6.1. Efectos estimados de cada variable y sus interacciones

La tabla 24, muestra los resultados para los promedios y su desviación estándar

Tabla 24*Efectos estimados para olor.*

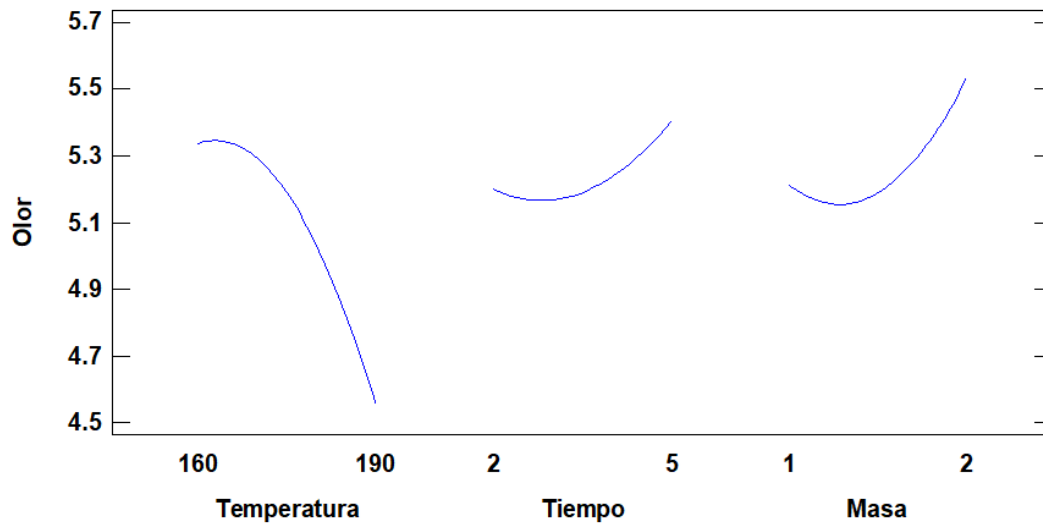
Efecto	Estimado	Error Estd.
Promedio	5,18874	0,397021
A: Temperatura	-0,777488	0,526828
B: Tiempo	0,205025	0,526829
C: Masa	0,322181	0,526828
AA	-0,483139	0,51285
AB	0,45	0,688335
AC	0,25	0,688335
BB	0,223963	0,512853
BC	-0,45	0,688335
CC	0,365382	0,512852

El promedio para el olor alcanzado para los variables de estudio es de 5,18874 puntos y el efecto de los tratamientos y sus interacciones aplica efectos en el valor medio del olor propuesto en el modelo de estudio. De los resultados se confirma que al incrementar el tiempo en la fritura y la masa de la papa en la fritura se establece un incremento en el atributo olor, mientras que al aumentar la temperatura hay disminución de este atributo. De acuerdo a las combinaciones de los efectos se puede indicar que son AB, AC, BB y CC se obtuvo un resultado positivo indicando que todos los factores involucrados tienen influencia positiva en la respuesta del proceso. Sin embargo, las interacciones AA y BC son tienen efecto negativo en el resultado.

La Figura 30 ilustra el comportamiento del atributo olor frente a las variaciones de los factores independientes dentro del rango establecido para el estudio.

Figura 30

Efectos principales del fritado de papas en el olor.



La Figura 30 nos muestra que el valor del tributo olor disminuye cuando la temperatura de fritura se incrementa, mientras que cuando el tiempo de fritura y la masa de la papa incrementan el olor aumenta en puntuación, los efectos de la variable respuesta son ocasionados por los tratamientos estudiados, disminuyendo y aumentando su valor de acuerdo aumenta ellas.

4.6.2. Análisis de varianza para el olor

En la Tabla 25 observamos el análisis de varianza para el olor, donde menciona que el factor temperatura, tiempo, masa de la papa de fritura y sus interacciones no tienen diferencias significativas en la variable dependiente; no existiendo evidencia estadística de 0.05 de nivel de confianza, permitiéndonos obtener respuestas no significativas para la temperatura, tiempo y masa de la papa como términos lineales y términos cuadráticos.

Tabla 25*Análisis de varianza para olor.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura	2,06386	1	2,06386	2,18	0,1708
B: Tiempo	0,143518	1	0,143518	0,15	0,7053
C: Masa	0,354398	1	0,354398	0,37	0,5545
AA	0,840995	1	0,840995	0,89	0,3684
AB	0,405	1	0,405	0,43	0,5280
AC	0,125	1	0,125	0,13	0,7240
BB	0,180715	1	0,180715	0,19	0,6716
BC	0,405	1	0,405	0,43	0,5280
CC	0,480993	1	0,480993	0,51	0,4925
Error total	9,47609	10	0,947609		
Total (corr.)	14,6375	19			

R-cuadrada = 35,2615 %

R-Cuadrada (ajustada por g.l.) = 0,0 %

Según el R^2 estadístico, el resultado del modelo propuesto es 35,2615 % de la variabilidad del olor que es afectado por todos los variables de estudio en la exposición del proceso de fritura. El R^2 ajustado nos proporciona realizar mejores comparaciones de varios números de factores y obtener como 0,0 % sin afectar a la variable de estudio.

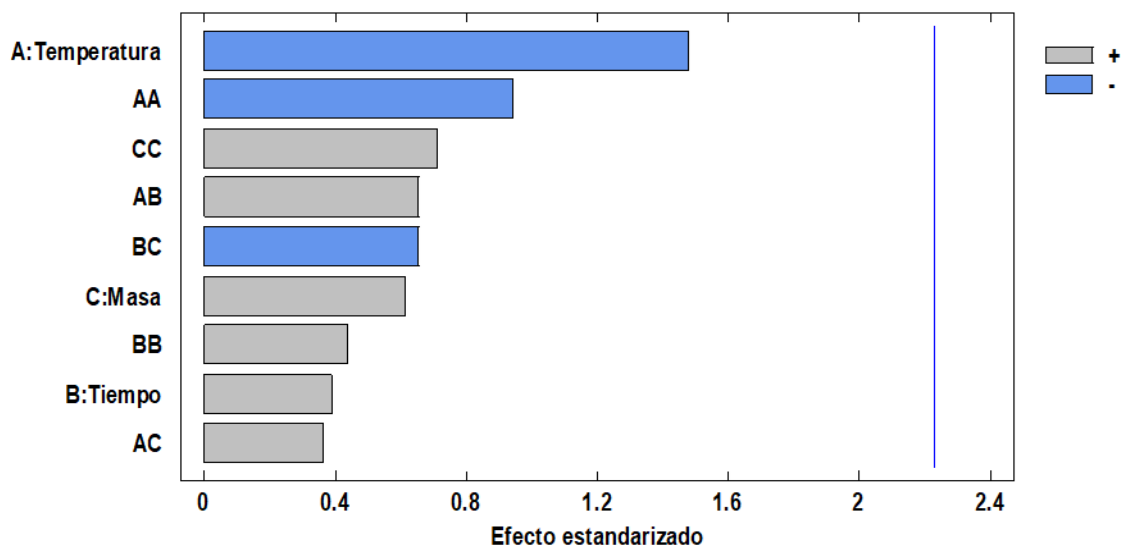
De acuerdo a la tabla 7, el tratamiento ($T^\circ = 175^\circ\text{C}$ y $t = 3,50$ min) fue el que mayor puntaje obtuvo con 6,2 frente a los demás tratamientos, por otro lado, el tratamiento ($T^\circ = 200,227^\circ\text{C}$ y $t = 3,50$ min) fue el que obtuvo menor puntaje.

4.6.3. Carta estandarizada de Pareto para el olor

Observando la Figura 31 se afirma que no existe significancia entre la temperatura de fritura, tiempo de fritura y masa de la papa de fritura que son factores independientes, así como también sus interacciones en el olor de la frita.

Figura 31

Carta estandarizada de Pareto para olor.



4.6.4. Coeficiente de regresión para el olor

La Tabla 26 detalla los resultados obtenidos del coeficiente de regresión del modelo para la población estipulado para la respuesta del olor.

Tabla 26

Coeficiente de regresión para olor.

Coeficiente	Estimado
Constante	-12,6998
A: Temperatura	0,289859
B: Tiempo	-1,58004
C: Masa	-3,73678
AA	-0,00107364
AB	0,01
AC	0,0166667
BB	0,0497695
BC	-0,3
CC	0,730763

Los coeficientes regresores del factor temperatura de fritura y las interacciones AB, AC, BB y CC son positivos, indicando que por cada unidad de cambio que incrementa el factor y las interacciones la respuesta del atributo olor aumenta según se muestran en las estimaciones, mientras que los coeficientes para los factores tiempo de fritura y masa de la papa y las interacciones de AA y BC indican los cambios de los factores y de las interacciones mencionadas son importantes por hacer disminuir la variable dependiente en unidades negativas por cada unidad de incremento de dichos factores y las interacciones.

De lo encontrado se afirma que hay suficientes evidencias estadística al 5 % del nivel de confianza que existe regresión polinomial. La ecuación de regresión para el atributo olor en el rango de temperatura de fritado (°C), tiempo de fritado (min) y masa de la papa (kg) según el modelo ajustado es:

$$\begin{aligned} \text{Olor} = & -12,6998 + 0,289859 * \text{Temperatura} - 1,58004 * \text{Tiempo} - 3,73678 * \\ & \text{Masa} - 0,00107364 * \text{Temperatura}^2 + 0,01 * \text{Temperatura} * \\ & \text{Tiempo} + 0,0166667 * \text{Temperatura} * \text{Masa} + 0,0497695 * \\ & \text{Tiempo}^2 - 0,3 * \text{Tiempo} * \text{Masa} + 0,730763 * \\ & \text{Masa}^2 \end{aligned} \quad (5)$$

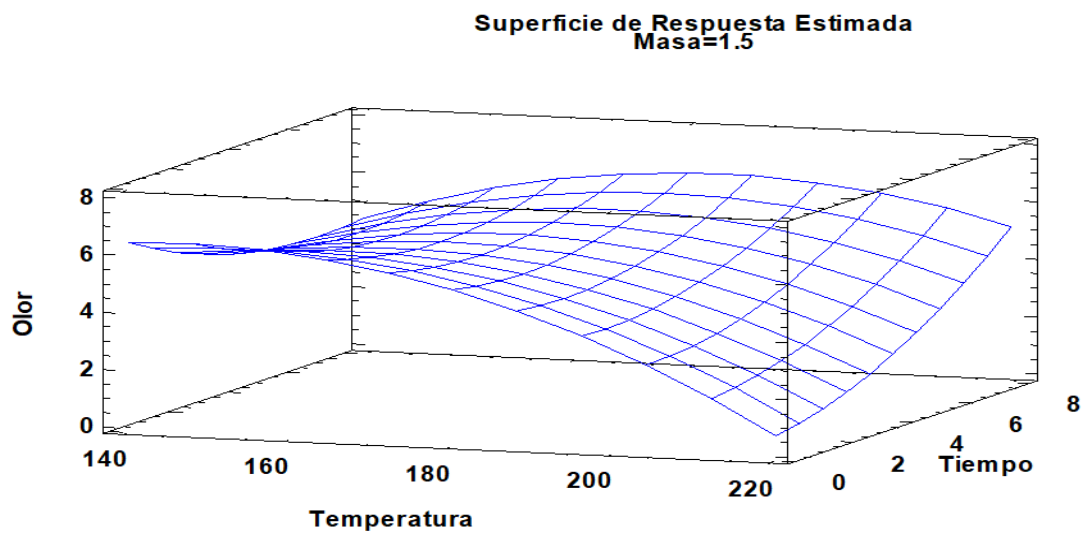
Aplicando la ecuación denotamos que no hay efectos cuadráticos para las variables independientes en el atributo de olor, lo que explica el R².

4.6.5. Superficie de respuesta estimada para el olor

Describiendo la Figura 32 se observa que no hay efecto del producto final, debido a que los panelistas según el puntaje de ponderación fijaron sus respuestas con similitud para todos los tratamientos en el rango establecido para la temperatura y tiempo de fritado, afirmándose que habiendo variación de respuestas la estadística inferencial indica que no hay significancia cuando incrementa la variable temperatura y el tiempo.

Figura 32

Superficie de respuesta estimada para olor.

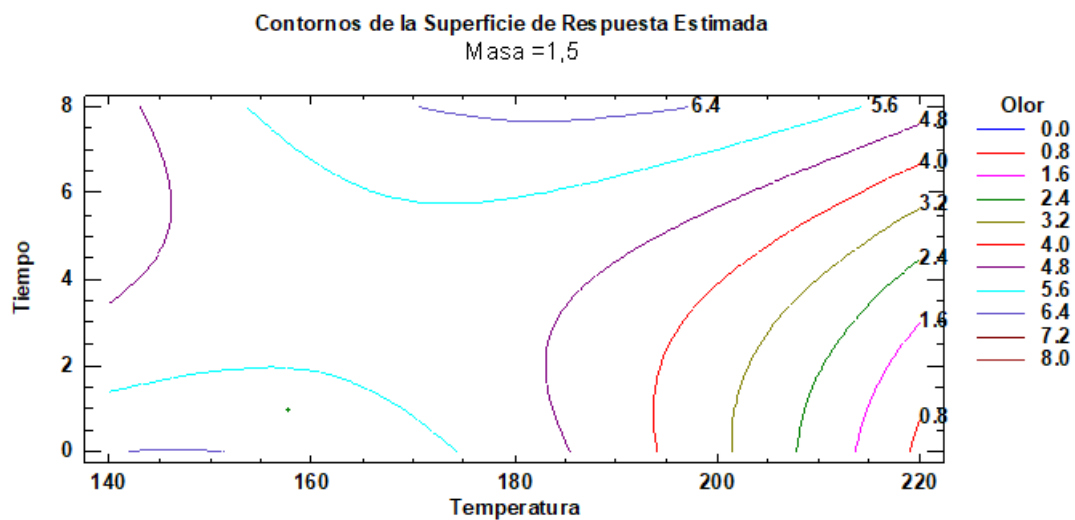


El olor de las papas fritas tiende a aumentar cuando son sometidas a temperaturas altas y tiempos variables, las respuestas están por encima del valor medio de aceptación para casi todos los tratamientos estudiados lo que hace que no haya significancia entre ellos.

Lo descrito se confirma en la Figura 33 que es el esquema de contorno de la SR para el olor en escala hedónica.

Figura 33

Contornos de la superficie de respuesta estimada para olor (temperatura de fritado, tiempo de exposición y la masa constante del producto).



4.6.6. Optimización de la respuesta de fritado para el olor

En la Tabla 27: se determina que el valor óptimo del atributo olor están a la altura del valor máximo de la tabla de evaluación sensorial llevado a cabo por los jurados, esto procesando la ecuación 5.

Tabla 27

Condiciones de optimización de olor.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	149,773	200,227	157,721 (°C)
Tiempo	0,977311	6,02269	0,977311 (min)
Masa	0,659104	2,3409	2,34087 (kg)

Valor óptimo = 7,07

Cuando se hace uso de temperatura, tiempo y masa de la papa como se muestran según los resultados y bajo estas condiciones de proceso de fritura, se alcanza experimentalmente un valor óptimo de 7,07. Cumpliendo con la parte teórica, donde manifiesta Mc Ginley (2000) “que la percepción de un olor puede ocurrir cuando uno o varios aromas (compuestos químicos), están presentes. Entre mayor sea el número de moléculas de aroma presentes (alta concentración), mayor será la intensidad de la percepción del olor”.

4.7. Color de fritado de las papas

4.7.1. Efectos estimados de cada variable y sus interacciones

En la tabla 28 se detallan los resultados obtenidos del valor medio y su desviación estándar para el color.

Tabla 28

Efectos estimados para color.

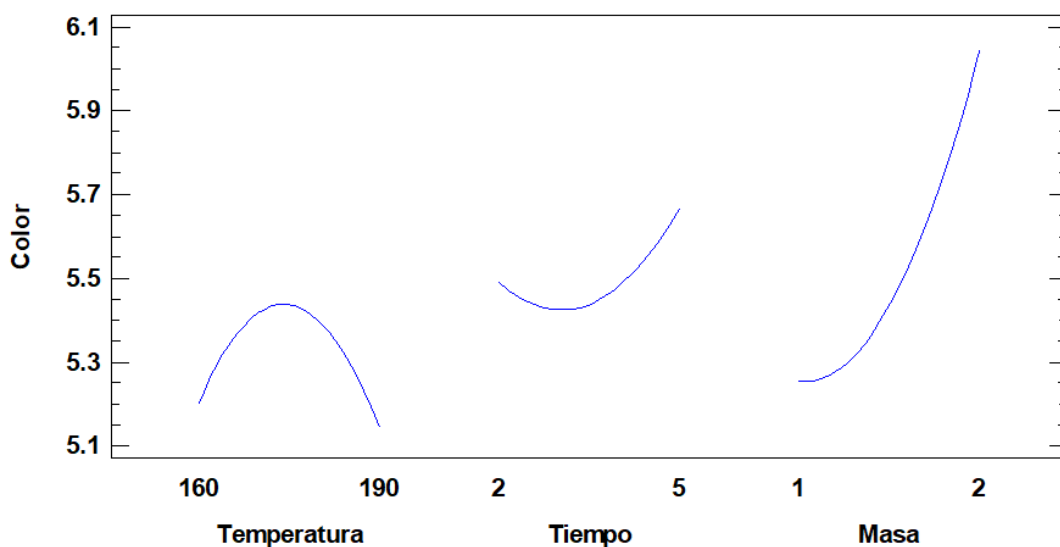
Efecto	Estimado	Error Estd.
<i>Promedio</i>	5,43722	0,460458
<i>A: Temperatura</i>	-0,056578	0,611005
<i>B: Tiempo</i>	0,175736	0,611006
<i>C: Masa</i>	0,790809	0,611006
<i>AA</i>	-0,527959	0,594794
<i>AB</i>	0,5	0,798318
<i>AC</i>	-0,15	0,798318
<i>BB</i>	0,285207	0,594798
<i>BC</i>	-0,3	0,798318
<i>CC</i>	0,426624	0,594797

El promedio para el atributo color es de 5,43722 puntos, teniendo efecto las diferentes variables y sus interacciones sobre el valor medio de la respuesta estimado por el modelo. En la Tabla 28 se observa que al incrementar el tiempo en la fritura y la masa de la papa en la fritura se incrementa el valor del color, mientras que al aumentar la temperatura existe disminución de la variable dependiente. De acuerdo a los factores de las combinaciones se afirma que las “AB”, “BB” y “CC” tienen un resultado válido indicando que todos los factores participantes tienen influencia en la respuesta del proceso. Por lo contrario, las combinaciones AA, AC y BC los resultados son negativos del atributo color.

En la Figura 34 se detalla la conducta del color cuando existen variaciones de los factores independientes en el rango estipulado en el trabajo de estudio.

Figura 34

Efectos principales del fritado de papas en el color.



La Figura 34 nos ilustra que el puntaje del tributo color disminuye cuando la temperatura de fritura tiene un incremento; sin embargo, cuando el tiempo de fritura y masa de la papa incrementan, el color tiene un incremento en puntuación, los efectos de la variable respuesta son ocasionados por las variables en estudio, disminuyendo y aumentando su puntuación conforme ellas se incrementan.

4.7.2. Análisis de varianza para el color

Según la Tabla 29 el análisis de varianza para el atributo color indica que el factor temperatura de fritura, tiempo de fritura, masa de la papa en fritura y las interacciones de los factores no tienen diferencias significativas en la variable respuesta; no existiendo suficientes evidencias estadísticas al 5 % de nivel de confianza, permitiendo obtener respuestas con similitud estadística para el color como términos lineales y términos cuadráticos.

Tabla 29

Análisis de varianza del fritado de papas en el color.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura	0,0109292	1	0,0109292	0,01	0,9281
B: Tiempo	0,105441	1	0,105441	0,08	0,7795
C: Masa	2,13518	1	2,13518	1,68	0,2247
AA	1,00427	1	1,00427	0,79	0,3956
AB	0,5	1	0,5	0,39	0,5451
AC	0,045	1	0,045	0,04	0,8547
BB	0,293064	1	0,293064	0,23	0,6419
BC	0,18	1	0,18	0,14	0,7149
CC	0,655747	1	0,655747	0,51	0,4896
Error total	12,7462	10	1,27462		
Total (corr.)	17,88	19			

R - cuadrada = 28,7123 %

R - Cuadrada (ajustada por g.l.) = 0,0 %

Conforme al R^2 estadístico, el resultado para el modelo es de 28,7123 % de la variabilidad del atributo color en el fritado de papa, considerando la influencia conjunta de los factores evaluados. El R^2 ajustado nos facilita realizar mejores comparaciones con diferentes números de variables y obtener resultados de 0,0 % sin afectar al factor de la investigación.

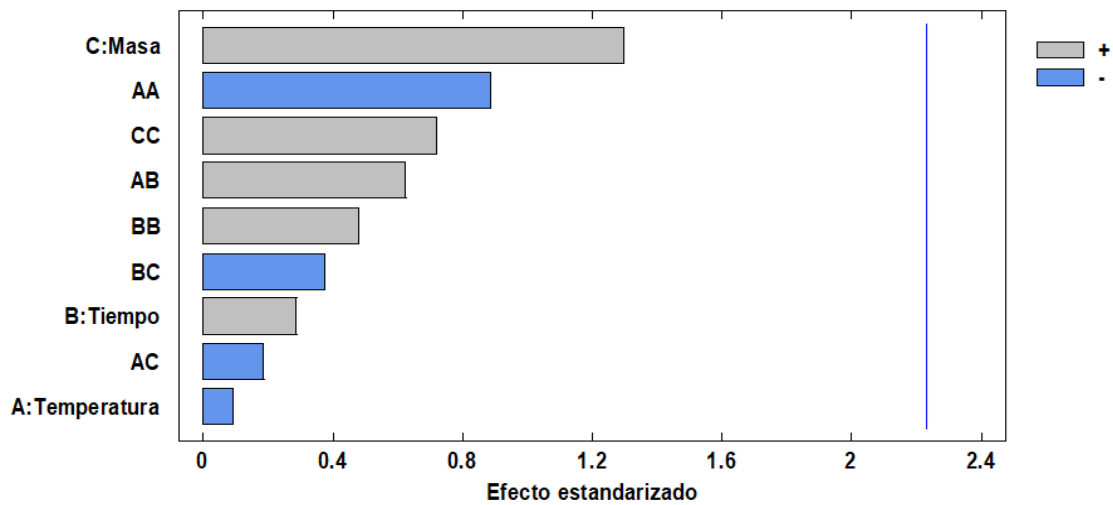
Según la tabla 7, los tratamientos ($T^\circ = 190^\circ\text{C}$; $t = 2,00$ min; masa= 2kg y $T^\circ = 175^\circ\text{C}$; $t = 3,50$ min; masa= 1,5 kg; 2,340900 kg; 0,659104) fueron los que mayor puntaje obtuvieron con 6,4 frente a los demás tratamientos, por otro lado, el tratamiento ($T^\circ = 175^\circ\text{C}$; $t = 3,50$ min y masa= 1,5 kg) fue el que obtuvo menor puntaje.

4.7.3. Carta estandarizada de Pareto para el color

La Figura 35 muestra que no existe significancia entre la temperatura de fritura, tiempo de fritura y masa de la papa en fritura que son factores independientes, así como también sus interacciones en el color de la papa frita.

Figura 35

Carta estandarizada de Pareto para color.



4.7.4. Coeficiente de regresión para el color

En la Tabla 30 visualizamos los resultados obtenidos de los coeficientes de regresión de la prueba de la muestra poblacional previsto el atributo de color.

Tabla 30

Coeficiente de regresión para color.

Coeficiente	Estimado
Constante	-25,7278
A: Temperatura	0,38486
B: Tiempo	-2,02952
C: Masa	0,681065
AA	-0,00117324
AB	0,0111111
AC	-0,01
BB	0,0633793
BC	-0,2
CC	0,853248

Los coeficientes regresores de los factores temperatura de fritura, masa de la papa y las interacciones BB y CC son positivos, indicando que por cada unidad de cambio que incrementa el factor y las interacciones la respuesta del atributo color aumenta según se muestran en las estimaciones, mientras que los coeficientes para el factor tiempo de fritura y las interacciones de AA, AC y BC indican los cambios de los coeficientes del factor y de las interacciones mencionadas que son importantes por hacer disminuir la variable dependiente en unidades negativas por cada unidad de incremento de dichos factores y sus interacciones.

De lo encontrado se afirma que hay suficientes evidencias estadísticas al 5 % del nivel de confianza que existe regresión polinomial. La ecuación de regresión para el atributo color en el rango de temperatura de fritado (°C), tiempo de fritado (min) y masa de la papa (kg) según el modelo ajustado es:

$$\begin{aligned} \text{Color} = & -25,7278 + 0,138486 * \text{Temperatura} - 2,02952 * \text{Tiempo} + 0,681065 * \\ & \text{Masa} - 0,00117324 * \text{Temperatura}^2 + 0,0111111 * \text{Temperatura} * \\ & \text{Tiempo} - 0,01 * \text{Temperatura} * \text{Masa} + 0,0633793 * \text{Tiempo}^2 - 0,2 * \\ & \text{Tiempo} * \text{Masa} + 0,853248 * \text{Masa}^2 \end{aligned} \quad (6)$$

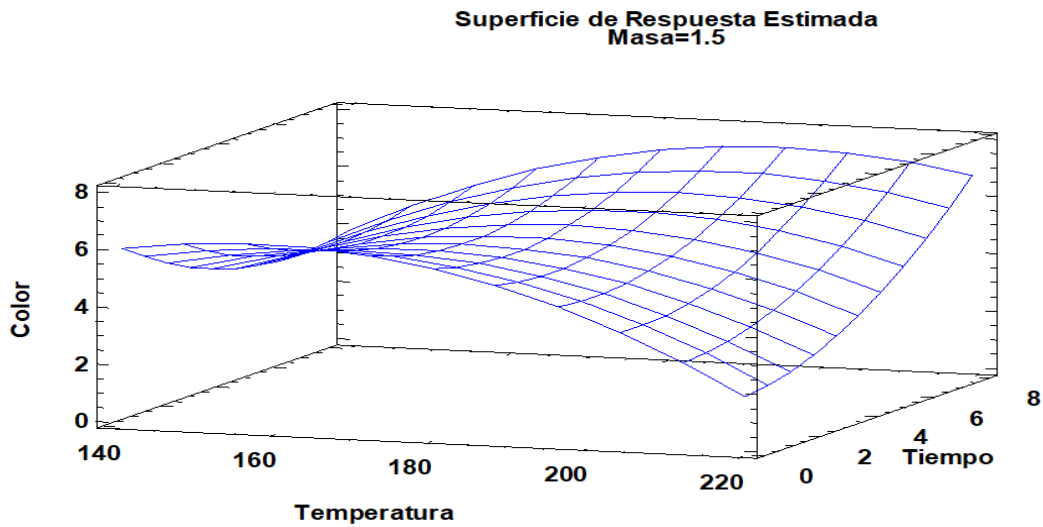
Aplicando la ecuación se observa que no hay efectos cuadráticos en el variable independiente para el atributo de color, lo que explica el R².

4.7.5. Superficie de respuesta estimada para el color

En la Figura 36, observamos que no existe combinaciones entre la temperatura de fritura, tiempo de fritura manteniendo constante la masa de la papa, se puede afirmar que no hay efecto adverso en el color de los productos finales debido al incremento de la variable temperatura y de la variable tiempo; el valor medio estimado para los tratamientos en estudio está por encima del valor neutro, lo que indica que cualquiera de los tratamientos tiende a ser considerado para esta variable respuesta.

Figura 36

Superficie de respuesta estimada para color.

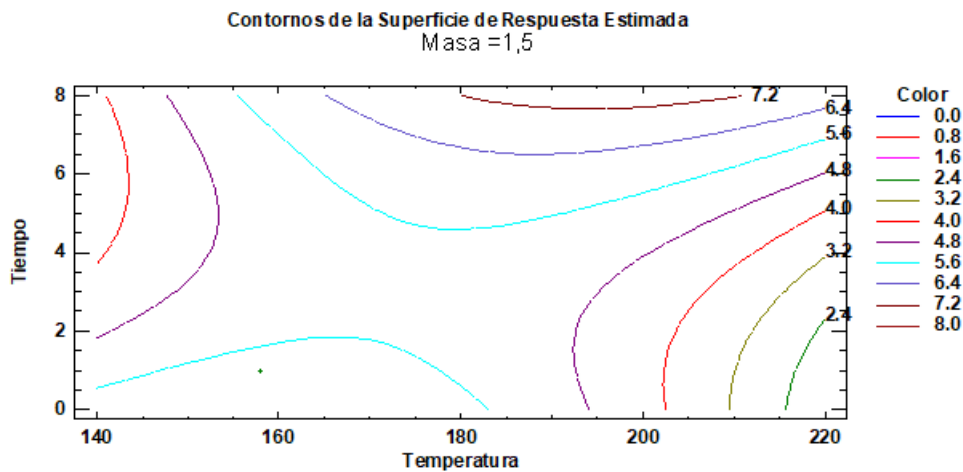


Observando la SR en el atributo color, la tendencia que tienen las papas cuando son sometidos a factores como temperatura y tiempo, es a tener modificaciones o cambios en el color del producto debido a reacciones de pardeamiento no enzimático, sin embargo, la ponderación para los tratamientos mantiene sin diferencias estadísticas.

Lo que podemos confirmarlo con la Figura 37, que muestra el resultado del diagrama de contornos de la SR del atributo color.

Figura 37

Contornos de la superficie de respuesta estimada para color (temperatura de frito, tiempo de exposición y la masa constante del producto).



4.7.6. Optimización de la respuesta del fritado de papas para el color

En la Tabla 31, se determina el valor óptimo para el atributo color, haciendo uso de la ecuación 6, según las condiciones de los factores.

Tabla 31

Condiciones de optimización de color.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	149,773	200,227	158,003 (°C)
Tiempo	0,977311	6,02269	0,977311 (min)
Masa	0,659104	2,3409	2,33791 (kg)

Valor óptimo = 7,68

El uso de temperaturas altas, tiempos moderados y masa de la papa, se determina el valor óptimo del atributo color, a estas condiciones de fritura alcanza un valor de 7,68, considerando un buen puntaje de aceptable el producto, afirmando nuestros resultado con la parte teórica donde algunos autores indican; el color de la patatas fritas es un importante parámetro a controlar junto con la textura y el contenido de aceite, este color es el resultado de la reacción de Maillard y tiene relación directa con la aceptación o rechazo del producto. Por lo tanto, la medición de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales es de gran utilidad, ya que ayuda a determinar los atributos de calidad en el producto final (Melnick, 2009).

El color es el resultado de la reacción de Maillard, las melanoidinas es el producto final de la reacción y por consiguiente la formación de la acrilamida, la formación del color oscuro no está totalmente estudiada como también las estructuras de la melanoidina, aunque el color también está asociado con la acrilamida (Castro, 2008), se cumple con lo que menciona Ortega et al. (2019), quienes indican que los cambios en el color final del producto se intensifica cuando se emplean temperaturas de fritura más elevadas, lo cual se manifiesta al observar burbujas en el aceite; a medida que el fritado avanza, el producto adquiere progresivamente su color característico. Asimismo, Badui et al. (2003), menciona que durante la fritura el aceite es absorbido por el alimento, contribuyendo al desarrollo de una textura crujiente y de un sabor distinto, tal como también es reportado por Oke et al. (2017), Lo cual se cumple la parte experimental con el teórico

Lo que se deduce, realizar un escaldado posterior a la fritura de las papas mejora el aspecto del color en el producto final, a causa del retiro parcial de los almidones y azúcares reductores del tubérculo.

4.8. Sabor del frito de papas

4.8.1. Efectos estimados de cada variable y sus interacciones

Los resultados obtenidos del valor medio y su desviación estándar para el atributo de sabor se detallan en la Tabla 32.

Tabla 32

Efectos estimados para sabor.

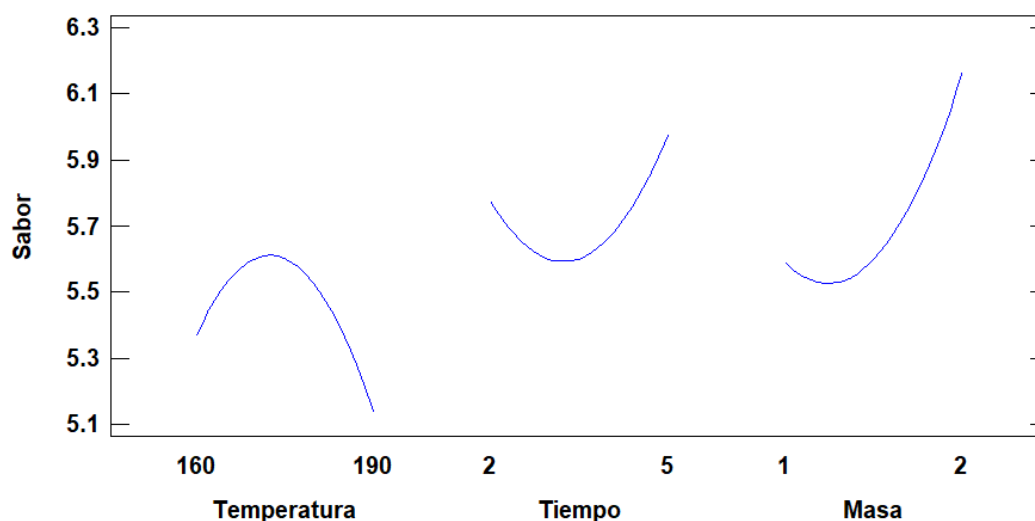
Efecto	Estimado	Error Estd.
promedio	5,60137	0,483982
A: Temperatura	-0,230978	0,64222
B: Tiempo	0,20103	0,642221
C: Masa	0,571139	0,642221
AA	-0,689603	0,625181
AB	-0,175	0,839103
AC	-0,775	0,839103
BB	0,547828	0,625185
BC	-0,425	0,839103
CC	0,547824	0,625184

De la Tabla 32 se afirma que la media para el sabor es de 5,60137 puntos, además se observa el efecto de cada uno de los factores, donde se menciona que al incrementar el tiempo de la fritura y masa de la papa de la fritura se da un incremento en el valor del sabor, mientras que al aumentar la temperatura hay disminución de dicha variable respuesta. De acuerdo a los efectos de las combinaciones se menciona que BB y CC se obtiene un resultado positivo indicando que estos factores tienen influencia en la respuesta del análisis sensorial. Sin embargo, las interacciones AA, AB, AC y BC tienen efectos negativos para dicho resultado.

En la Figura 38 denota el comportamiento del sabor de acuerdo exista variaciones en los factores independientes en el rango estipulado por el estudio.

Figura 38

Efectos principales del fritado de papas en el sabor.



En la Figura 38 se observa que el puntaje del tributo sabor tiene variabilidad con disminución cuando la temperatura de fritura se incrementa, mientras que cuando el tiempo de fritura y masa de la papa incrementan, el sabor tiene un incremento en puntuación, dichos efectos de la variable dependiente son ocasionados por las variables independientes, disminuyendo y aumentando su valor conforme ellas se incrementan.

El atributo sabor se asocian los componentes volátiles que se presentan en los fritos: formaldehído, acetaldehído, acetona, metilacetona y metilsopropilacetona.

4.8.2. Análisis de varianza del fritado para el sabor

De la Tabla 33 según el análisis de varianza para el atributo sabor, menciona que los factores en estudio y sus interacciones no tienen diferencias significativas en la variable respuesta al 5 % de nivel de significancia, no siendo significativas para la temperatura, tiempo y masa de la papa como términos lineales y términos cuadráticos.

Tabla 33*Análisis de varianza para sabor.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Temperatura	0,182151	1	0,182151	0,13	0,7266
B: Tiempo	0,137978	1	0,137978	0,10	0,7607
C: Masa	1,11372	1	1,11372	0,79	0,3947
AA	1,71335	1	1,71335	1,22	0,2958
AB	0,06125	1	0,06125	0,04	0,8390
AC	1,20125	1	1,20125	0,85	0,3774
BB	1,08126	1	1,08126	0,77	0,4014
BC	0,36125	1	0,36125	0,26	0,6235
CC	1,08125	1	1,08125	0,77	0,4014
Error total	14,0819	10	1,40819		
Total (corr.)	21,388	19			

R - cuadrada = 34,1599 %

R - Cuadrada (ajustada por g.l.) = 0,0 %

Conforme al R^2 estadístico, el resultado obtenido para el modelo es 34,1599 % de la variabilidad del atributo sabor es afectado por la temperatura, tiempo y masa de la papa en la fritura. El R^2 ajustado nos permite realizar mejores comparaciones con diferentes números de variables y obteniendo como resultado de 0,0 % sin afectar a los factores de la investigación.

Según la tabla 7, los tratamientos ($T^\circ = 190^\circ\text{C}$; $t = 2,00$ min; masa= 2kg y $T^\circ = 175^\circ\text{C}$; $t = 6,022690$ min; masa= 1,5 kg y $T^\circ = 175^\circ\text{C}$; $t = 3,50$ min; masa= 1,5 kg) fueron los que mayor puntaje obtuvieron con 6,6 frente a los demás tratamientos, por otro lado, el tratamiento ($T^\circ = 220, 227^\circ\text{C}$; $t = 3,50$ min y masa= 1,5 kg) fue el que obtuvo menor puntaje.

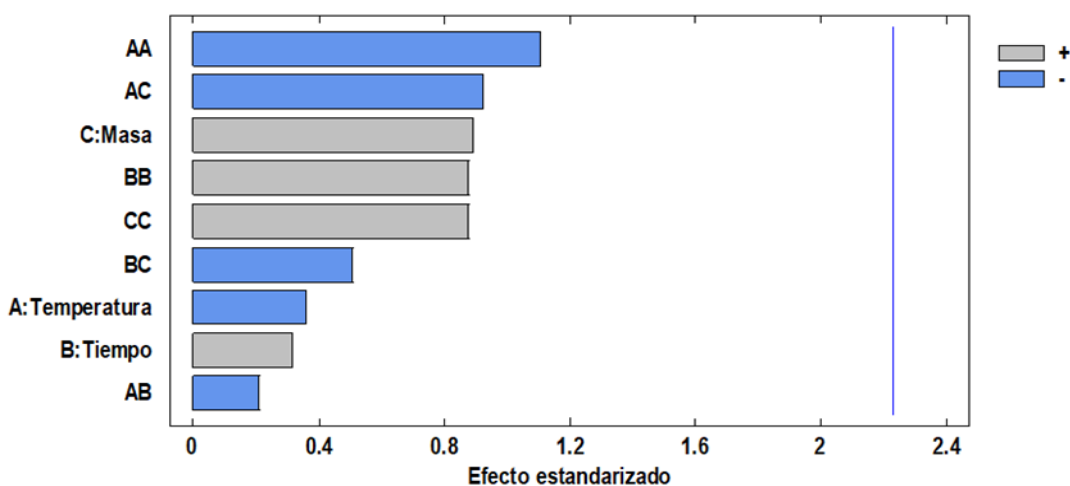
Finalmente, el color, olor y sabor son características muy importantes en las papas fritas, influyendo en su clasificación comercial y en nivel acogida por parte del consumidor final. De acuerdo a la preferencia del público por el olor, color y sabor tiene una buena aceptación la papa de variedad yungay.

4.8.3. Carta estandarizada de Pareto para el sabor

La Figura 39 indica que no existe significancia entre la temperatura de fritura, tiempo de fritura y masa de papa de fritura que son factores independientes, así como también sus interacciones en el sabor de la papa frita.

Figura 39

Carta estandarizada de Pareto para sabor.



4.8.4. Coeficiente de regresión para el sabor

En la Tabla 34, se obtuvo resultados para los coeficientes de regresión del modelo poblacional fijados para los resultados del atributo sabor

Tabla 34

Coeficiente de regresión para sabor.

Coeficiente	Estimado
constante	-54,5492
A: Temperatura	0,61977
B: Tiempo	0,320389
C: Masa	7,31753
AA	-0,00153245
AB	-0,00388889
AC	-0,0516667
BB	0,12174
BC	-0,283333
CC	1,09565

Los coeficientes regresores de los factores temperatura de fritura, tiempo de fritura y masa de la papa y las interacciones BB y CC tienen signos positivos, indicando que por cada unidad de cambio que incrementa el factor y las interacciones la respuesta del atributo sabor aumenta según se muestran en las estimaciones, mientras que los coeficientes de las combinaciones de AA, AB, AC y BC muestran que el cambio de las variables y de las interacciones mencionadas son importantes por hacer disminuir la variable dependiente en unidades negativas por cada unidad de incremento de las interacciones.

De lo mencionado se afirma que hay suficientes evidencias estadísticas al 5 % del nivel de confianza que existe regresión polinomial. La ecuación, de regresión para el atributo olor en el rango de temperatura de fritado (°C), tiempo de fritado (min) y masa de la papa (kg) según el modelo ajustado es:

$$\begin{aligned} \text{Sabor} = & -54,5492 + 0,61977 * \text{Temperatura} + 0,320389 * \text{Tiempo} + 7,31753 * \\ & \text{Masa} - 0,00153245 * \text{Temperatura}^2 - 0,00388889 * \text{Temperatura} * \\ & \text{Tiempo} - 0,0516667 * \text{Temperatura} * \text{Masa} + 0,12174 * \text{Tiempo}^2 - \\ & 0,283333 * \text{Tiempo} * \text{Masa} + 1,09565 * \text{Masa}^2 \end{aligned} \quad (7)$$

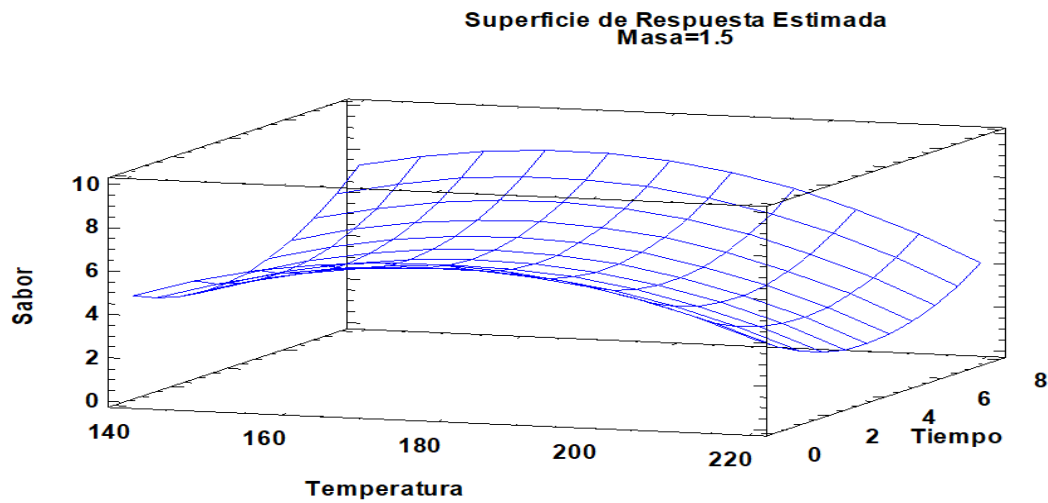
En la ecuación 7 observamos que no hay efectos cuadráticos en los variables independientes para el atributo de sabor, lo que explica el R².

4.8.5. Superficie de respuesta estimada para el sabor

En la Figura 40, observamos que no existe combinaciones entre la temperatura de fritura, tiempo de fritura manteniendo constante la masa de la papa para el atributo sabor, donde se afirma que no hay efecto en el sabor de los productos finales debido al incremento de la variable temperatura y de la variable tiempo; el valor medio estimado para los tratamientos en estudio está por encima del valor neutro, lo que indica que los tratamientos tiende a ser considerados pero con mínimas diferencias de valor para esta variable respuesta.

Figura 40

Superficie de respuesta estimada para sabor.

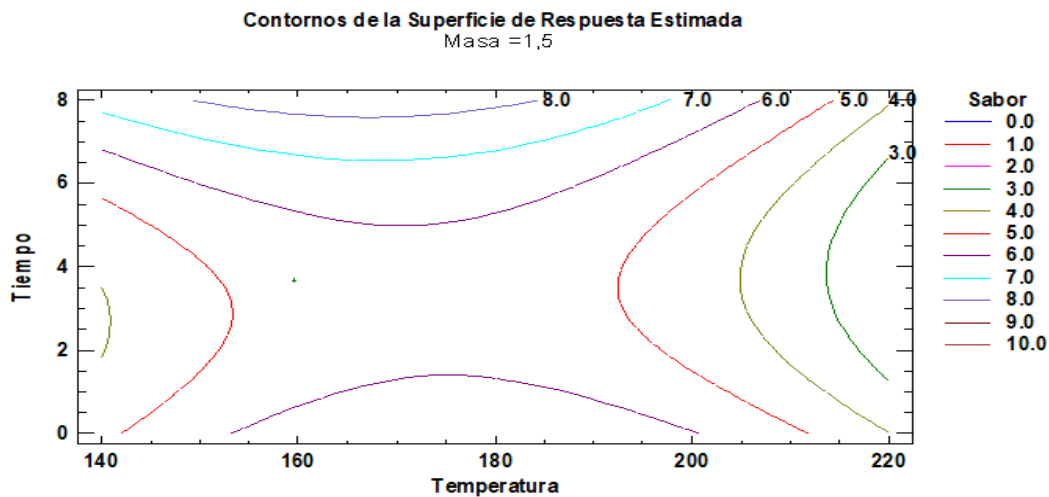


Observando la SR en el atributo sabor, la tendencia que tienen las papas cuando son sometidos a factores como temperatura y tiempo, es a tener modificaciones o cambios en las reacciones de los componentes del producto debido a las altas temperaturas y tiempos de exposición, por ello la ponderación para los tratamientos mantiene sin diferencias estadísticas.

Lo que podemos confirmar con la Figura 41, que los resultados para diagrama de contornos de la superficie de respuesta para el atributo sabor.

Figura 41

Contornos de la superficie de respuesta estimada para sabor (temperatura de frito, tiempo de exposición y la masa constante del producto).



4.8.6. Optimización de la respuesta del frito para el sabor

Utilizando la ecuación 7, se determina que el valor óptimo del atributo sabor se alcanza en las circunstancias de manejo de los parámetros se observa en la Tabla 35:

Tabla 35

Condiciones de optimización de sabor.

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	149,773	200,227	159,542 (°C)
Tiempo	0,977311	6,02269	3,68283 (min)
Masa	0,659104	2,3409	2,3409 (kg)

Valor óptimo = 7,26

De acuerdo a la tabla 35, el uso de temperaturas, tiempos y masa de la papa se determina que según los factores óptimos en estudio el valor del atributo sabor alcanza 7,26 en los análisis sensoriales de los panelistas, teniendo un puntaje alto, este hallazgo es congruente con estudios previos, como el de Espinosa (2020), donde indica que el sabor es percibido por el sentido del gusto. El gusto se describe como el conjunto de sensaciones captadas por los receptores ubicados principalmente en la lengua, aunque también intervienen otras zonas de la cavidad bucal, como el velo del paladar, la mucosa de la epiglotis, así como regiones de la laringe, faringe y garganta.

CONCLUSIONES

- Se logró evaluar los efectos de la temperatura, tiempo y masa en la optimización del frito por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón de la variedad yungay, en la textura, acidez, azúcares reductores, índice de peróxidos y en el análisis sensorial (color, sabor, olor), utilizando la MSR.
- Se llegó a demostrar el efecto óptimo con la temperatura, tiempo y masa para mejorar las propiedades físicas (textura) en el frito por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón de la variedad yungay, los resultados obtenidos mediante el diseño experimental indicaron que los niveles óptimos en la textura, fueron 149,77°C, 6,02 minutos y 2,12 kg, lo que nos asegura que la textura disminuye cuando la temperatura y tiempo de fritura se incrementa; así mismo cuando la masa de la papa incrementa, la textura disminuye, este efecto en la variable respuesta es ocasionado por las variables en estudio
- Se llegó a demostrar el efecto óptimo con la temperatura, tiempo y masa para mejorar las propiedades químicas (azúcar reductor, acidez total e índice de peróxido) en el frito por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón de la variedad yungay, los resultados obtenidos mediante el diseño experimental indicaron que los niveles óptimos en azúcares reductores, fueron 149,77°C, 5,477 minutos y 0,65 kg; en acidez total, los valores óptimos fueron 200,23°C, 2,58 minutos y 0,66 kg; en el caso de índice de peróxido, los valores óptimos se determinaron en 157,23°C, 0,98 minutos y 1,41 kg, podemos evidenciar que estos parámetros se pueden controlar efectivamente por medio de la interacción de los componentes estudiados, de esta manera asegurar y conservar las características químicas en el producto final de papa frito; llegando a la conclusión que el azúcar reductor disminuye cuando la temperatura y la masa de papa de la fritura se incrementa, mientras que el tiempo de fritura aumenta se incrementa el azúcar reductor, este efecto en la variable dependiente es ocasionado por las variables en estudio, disminuyendo o aumentando su valor conforme actúan en el proceso de fritura; en el caso de la acidez total se concluye que la papa frito tipo bastón aumenta el valor de la acidez a medida que se aumentan fundamentalmente la temperatura y el tiempo de fritura, mientras que cuando aumenta la masa de la papa, la acidez tiene una mínima disminución, estos efectos en la variable respuesta son ocasionados por las variables

independientes; en la determinación del índice de peróxido se llegó a la conclusión que al incrementar el tiempo y masa de la papa en la fritura hay un incremento en el contenido de índice de peróxido, mientras que al incrementar la temperatura hay disminución de la variable respuesta

- Se llegó a demostrar el efecto óptimo con la temperatura, tiempo y masa para mejorar las características sensoriales (olor, color y sabor) en el frito por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón de la variedad yungay, los resultados obtenidos mediante el diseño experimental indicaron que los niveles óptimos en olor fueron 157,72°C, 0,98 minutos y 2,34 kg; en color, los valores óptimos fueron 158,00°C, 0,98 minutos y 2,34 kg; en el caso de sabor los valores óptimos se determinaron en 159,54°C, 3,68 minutos y 2,33 kg; concluyendo que el olor disminuye cuando la temperatura de fritura se incrementa, mientras que cuando el tiempo de fritura y la masa de la papa incrementan el olor aumenta en puntuación, los efectos de la variable respuesta son ocasionados por las variables en estudio, disminuyendo y aumentando su valor conforme ellas se incrementan; en caso del color disminuye cuando la temperatura de fritura tiene un incremento; sin embargo, cuando el tiempo de fritura y masa de la papa incrementan, el color tiene un incremento en puntuación, la tendencia que tienen las papas cuando son sometidos a factores como temperatura y tiempo, es a tener modificaciones o cambios en el color del producto debido a reacciones de pardeamiento no enzimático, sin embargo, la ponderación para los tratamientos se mantiene sin diferencias estadísticas; para el sabor se concluye que tiene una disminución cuando la temperatura de fritura se incrementa, mientras que cuando el tiempo de fritura y masa de la papa incrementan, el sabor tiene un incremento en puntuación, dichos efectos de la variable dependiente son ocasionados por las variables independientes, disminuyendo y aumentando su valor conforme ellas se incrementan, la tendencia que tienen las papas cuando son sometidos a factores como temperatura y tiempo, es a tener modificaciones o cambios en las reacciones de los componentes del producto debido a las altas temperaturas y tiempos de exposición, por ello la ponderación para los tratamientos mantiene sin diferencias estadísticas.

RECOMENDACIONES

- Es conveniente ampliar el alcance de esta investigación a otros tubérculos de mayor producción en el Perú, tales como yuca, camote y otras variedades de papa, utilizar la MSR para la determinar las condiciones óptimas del frito. Esta metodología permite evaluar e identifica combinaciones significativas entre factores químicos, físicos y sensoriales que influye en los atributos de la postcosecha, optimizando así los procesos de tratamiento. La aplicación de los resultados podría generar beneficios en los productos para su procesado, en la cadena alimentaria, las innovaciones tecnológicas y el crecimiento del país hacia mercados internacionales.
- Estudiar y analizar la incidencia de la acrilamida en la elaboración del frito por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón de la variedad yungay
- Realizar el acondicionamiento de lavados repetidos de esta manera eliminar el almidón, la inmersión en soluciones de ácido cítrico y metabisulfito de sodio para reducir el pardeamiento enzimático.
- Realizar estudios sobre la composición fisicoquímica de las Papas Nativas y otros tubérculos producidos en la región de Ayacucho y realizar comparaciones en diferentes tipos de proceso, así como la elaboración de productos culinarios hasta los productos industrializados.
- Incentivar el uso de papa yungay para elaborar papa pre frita congelada con el propósito de darle un valor agregado a la papa yungay.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, M. J., Whitcomb, P. J. (2005). *RSM simplified: Optimizing processes using response surface methods for design of experiments*. Productivity Press.
<https://doi.org/10.1201/9781315382326>
- Anzaldúa, A. (2005), La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza, España: Edit. Acribia S.A.
- Apaza, R. (2018). Optimización de la formulación para la elaboración de hamburguesa a partir de doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum* Linnaeus) mediante superficie respuesta. Tesis Título, Universidad Nacional de Ucayali.
<http://hdl.handle.net/10757/654533>
- Ávalos, T. (2014) Influencia del secado previo y del tiempo de fritura en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de rebanadas de papa (*solanum tuberosum*) frita variedad huevo de indio. Trujillo, Perú
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/852>
- Bu-Contreras R., Rao M.A. (2002). *Review: Dynamic rheological behaviour of heated potatoes*. *Food Science and Technology International*.
<https://doi.org/10.1106/108201302023272>
- Bunger, A., Moyano, P., y Rioseco, V. 2003. *NaCl soaking treatment for improving the quality of french-fried potatoes*. *Food Research International*. Universidad de Santiago de Chile. Departamento de Ciencias de los alimentos y Tecnología Química, volumen 36, número 2, Páginas 161-166
[https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(02\)00131-X](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(02)00131-X)
- Cabrera Hoyos, Héctor Antonio & Escobal Valencia, Fernando, (2002) Cultivo de la papa en la región Cajamarca - Perú. Instituto Nacional de investigación agraria (INIA).
<https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/930>
- Castro, L, C. (2007) Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la patata para fritura. Trabajo de Tesis Universidad de Burgos.
https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259.1/27/Castro_Lara.pdf?sequence=4
- Castro, S. (2008). Manejo de los factores condicionantes de la formación de acrilamida durante la elaboración de fritas tipo chips. Tesis para optar el grado de Magister en Ciencia de los Alimentos. Universidad de Chile. Santiago, Chile
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105154>
- Centro Internacional de la Papa (2017) Hechos y cifras sobre la papa. Lima, Perú.
- Dobarganes, C, Márquez-Ruiz, G, Velasco, J. (2000) Interactions between fat and food during deep-frying. *European Journal of Lipid Science and Technology*.
[https://doi.org/10.1002/1438-9312\(200009\)102:8/9<521::AID-EJLT521>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200009)102:8/9<521::AID-EJLT521>3.0.CO;2-A)

- Elías, D. (2006). Optimización de procesos en la industria alimentaria mediante superficies de respuesta. *Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(2), 123–129.
- Espinosa, J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. Ciudad de la Habana, Cuba: Universitaria.
<https://iestpcabana.edu.pe/wp-content/uploads/2021/11/ANALISIS-SENSORIAL.pdf>
- FAO. (2025) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<https://www.fao.org/cgrfa/news/news-detail/celebrating-the-potato--a-global-treasure-for-food-security-and-biodiversity/es>
- Friedman, M. (2003) *Chemistry, biochemistry and safety of acrylamide. A Review: Journal of Agricultural and Food Chemistry*
DOI: [10.1021/jf030204+](https://doi.org/10.1021/jf030204+)
- Guido Augusto., Mamani Pablo. (2001) Características de la cadena agroalimentaria de la papa y su industrialización en Bolivia. Documento de Trabajo-Proyecto papa Andina. Cochabamba, Bolivia.
<https://www.proinpa.org/web/pdf/Papa/Abioticos/Caracteristicas%20de%20a%20cadena%20agroalimentaria%20de%20la%20papa%20y%20su%20industrializaci%F3n%20en%20Bolivia.pdf>
- Hernández–Sampieri, Roberto y Mendoza, Christian, Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: Mc Graw Hill, 2018. 753 pp. ISBN: 978-1-4562-6096-5
<https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- INACAL (2016). NTP 209.005. Aceites y grasas comestibles. Determinación de la acidez libre. Primera Edición.
- INACAL (2015). NTP 011.124. Papa y sus derivados. Papa fresca cortada en tiras para fritura. Requisitos. Primera Edición.
- INACAL (2011). NTP 209.006. Aceites y grasas comestibles. Determinación del índice de peróxido. Primera Edición.
- Kalazich, B. Bortolameolli, S. Rojas, R. López, T. Uribe, G. Gutierrez, M. 2006. Variedades de papa INIA. Yagana:. Ficha 1. Tierra Adentro. 11: 25.
- Khuri, André. I., & Mukhopadhyay, Siuli. (2010). *Response surface methodology. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(2), 128–149.
<https://doi.org/10.1002/wics.73>
- Masson, L., Robert, P., Izaurieta, M., Romero N., y Ortiz, J. (1999). Fritura industrial de patatas crisps. Influencia del grado de insaturación de la grasa de fritura sobre la estabilidad oxidativa durante el almacenamiento, 50, 460-468.
URI: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121672>
- McGinley, M. 2000. *Elements of Successful Odor / Odour Laws. WEF Odor/ VOC Specialty Conference, Cincinnati, OH*: 4-6.

<https://www.fivesenses.com/Documents/Library/31%20%20Elements%20of%20Successful%20Odor%20Laws.pdf>

Mehta, U., & Swinburn, B. (2001) *A review of factors affecting fat absorption in hot chips. Critical Reviews in Food Science and Nutrition.*

DOI: [10.1080/20014091091788](https://doi.org/10.1080/20014091091788)

Melnick, D. 2009. *Nutritional quality of frying fats in commercial use. J. Am. Oil Chem, Soc*, pp. 34, 578.

Melo Pérez, P. A. (Octubre de 2012). Prefactibilidad técnico-financiera para la instalación de una planta procesadora de papas (*Solanum tuberosum*) cortadas en bastones, prefritas y congeladas. Quito, Pichincha, Ecuador: EPN.

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5423>

Mellema, M. (2003) *Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fatfried foods. Trends in Food Science & Technology. Volumen 14, número 9, septiembre de 2003, páginas 364-373*

[https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(03\)00050-5](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(03)00050-5)

Ministerio de Agricultura y Riego. (2011) La papa nuestra de cada día. Pág. 7. Lima, Perú.

Ministerio de Agricultura y Riego. (2025) Requerimientos de papa-Ficha técnica N°01. MIDAGRI: Más de 700 mil agricultores de 19 regiones sustentan la producción de papa en el país - Noticias - Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego - Plataforma del Estado Peruano

Moncada, V. (2007) *Optimization of flavor, color and crispy fried banana slices (Musa paradisiaca, Variety Inguiri) by effect of temperature and frying time using the answer surface method Thesis of extraordinary professional degree program. National University of Trujillo, Trujillo-Peru. 2007*

Moyano PC, Pedreschi F. Kinetics of oil uptake during frying of potato slices: effect of pre-treatments. *LWT - Food Science and Technology.* Volumen 39, April 2006, Pages 285-291

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.01.010>

Myers, R. H., Montgomery, D. C., & Anderson-Cook, C. M. (2016). *Response surface methodology: Process and product optimization using designed experiments (4th ed.)*. John Wiley & Sons. ISBN: 978-1-118-91601-8

<https://www.wiley.com/enus/Response+Surface+Methodology:+Process+and+Product+Optimization+Using+Designed+Experiments,+4th+Edition-p-9781118916018>

Obregón, A., & Repo, R. (2013). Evaluación fisicoquímica y bromatológica de cuatro variedades nativas de papa (*Solanum SPP.*). *Ciencia e investigación.* 16(1), 38-40.

DOI: [10.15381/ci.v16i1.8634](https://doi.org/10.15381/ci.v16i1.8634)

Ortega-Quintana, F. A., Montes-Montes, E. J., Pérez-Sierra, O. A., & Vélez-Hernández, G. I. 1797 (2019). Efecto de la Deshidratación Osmótica y la

Temperatura sobre el Color y la Fuerza Máxima de Fractura de Rodajas de Yuca en Freído por Inmersión. *Información tecnológica*, volumen 30, 311-320.

https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071807642019000100311&script=sci_arttext

Ortega-Quintana, Fabián A., Montes-Montes, Everaldo J., Pérez-Sierra, Omar A., & Vélez-Hernández, Gabriel I.. (2019). Efecto de la Deshidratación Osmótica y la Temperatura sobre el Color y la Fuerza Máxima de Fractura de Rodajas de Yuca en Freído por Inmersión. *Información tecnológica*, 30(1), 311-320. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000100311>

Ortega Romero E, Jurado Teixeira B, Ramos Llica E et al. Caracterización fisicoquímica y evaluación de la actividad antioxidante del aceite de *Euterpe precatoria* Mart. Obtenido por diferentes métodos de extracción. *Rev Soc Quím Perú*. 2015;81(1):33-43
<https://doi.org/10.37761/rsqp.v81i1.8>

Paula, A. M., & Conti-Silva, A. C. (2014). *Texture profile and correlation between sensory and instrumental analyses on extruded snacks*. *Journal of Food Engineering*, volumen 121, Enero de 2014, páginas 9-14.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.08.007>

Paz, R., Masson, L., Romero, N., Dobarganes, M., Izaurieta, M., Ortíz, J., & Wittig, E. (2001). Fritura industrial de patatas críspas. Influencia del grado de insaturación de la grasa de fritura sobre la estabilidad oxidativa durante el almacenamiento. *Grasas y aceites*, 52(6), 389-396.
<https://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/349/351#:~:text=Fritura%20industrial%20de%20patatas%20crisps.%20Influencia%20del,de%20Ciencia%20de%20los%20Alimentos%20y%20Tecnolog%C3%ADa>

Pedrecchi F., Moyano P., Kaack K., Granby K. (2005) *Colour changes and acrylamide formation in fried potato slices*. *Food Research International* 38:1-9.

Pedreschi F. y Zuñiga R. (2008) *Kinetics of quality changes during frying*. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Universidad de Santiago de Chile.

Peña William y Mervyn Alvarez. (2018) Evaluación del efecto del pretratamiento en la textura y propiedades fisicoquímicas de las papas tipo frenchites congeladas. Chimbote – Perú.
<https://hdl.handle.net/20.500.14278/3336>

Pritchard M.K., Adam L.R. (1994) *Relationship between fry color and sugar concentration in stored Russet, Burbank and Shepody potatoes*. *American Potato Journal* 71:59-66.
DOI: [10.1007/BF02848745](https://doi.org/10.1007/BF02848745)

Reyes, P., & Morales, S. (2013). Mecanismos De Transferencia De Calor Que Ocurren En Tratamientos Térmicos De Alimentos. Artículo Científico, 1 - 7.
<https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-tlalnepantla/mecanica-de-materiales/perez-reyes-et-al-2013-material-de-clase/34828428>

- Rinmac-Brcic, S., Lelas, V., Rade, D., Simundic, B., (2004) *Decreasing of oilabsorption in potatostripsduringdeepfatfrying. Journal of FoodEngineering* 64, 237–241.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.10.006>
- Rodríguez L., Wrolstad R. (1997) *Influence of potato composition on chip colour quality. American Potato Journal* 74:87-106.
 DOI: [10.1007/BF02851555](https://doi.org/10.1007/BF02851555)
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2019) La papa un alimento con historia y cultura. México.
<https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-papa-un-alimento-con-historia-y-cultura#:~:text=La%20papa%20contiene%20una%20cantidad,folato%2C%20%C3%A1cido%20pantot%C3%A9nico%20y%20riboflavina.>
- Severini C., Baiano A., Pilli T., Carbone B., Derossi A. (2005) *Combined treatments of blanching and dehydration: study on potato cubes. Journal of Food Engineering* 68:289–296.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.05.045>
- Silva, M. y Sarabia, S. (2005) “Control del pardeamiento enzimático en papa frita (Bulk México 378158721) variedad INIAP, proyecto de investigación, Universidad Técnica de Ambato – FCIAL, Ecuador.
<https://revistasuta.com/index.php/dide/article/view/347>
- Suárez, P.A., Andreu, A.B., Colman S.L., Clausen, A.M. y Feingold, S.E., (2009) Pardeamiento enzimático: caracterización fenotípica, bioquímica y molecular en variedades de papa nativas de la Argentina. *Revista latinoamericana de la papa*
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5512034.pdf>
- Trincheró et al. (2007) Características sensoriales de papas fritas en bastones. *Revista latinoamericana de la papa. Argentina, Barcarce.*
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5512146>
- Vaitkevičienė, N., Jarienė, E., Kulaitienė, J., & Levickienė, D. (2022). *The Physico Chemical and Sensory Characteristics of Coloured-Flesh Potato Chips: Influence of Cultivar, Slice Thickness and Frying Temperature. Applied Sciences*, 12(3), 1211.
<https://doi.org/10.3390/app12031211>
- Van Boekel M.A.J.S. (1998) *Effect of heating on Maillard reactions in milk. Food Chemistry* 62:403-414.
[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00075-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00075-2)
- Zhio, TM. (2011) La Papa: Taxonomía y Nombres Comunes. Recuperado el 22 de 3 de 2015, de
<http://zhiotm.blogspot.com/2011/04/la-papa-taxonomia-y-nombres-comunes.html>

ANEXOS

Anexo 1

Preparación de soluciones:

Figura 42

Proceso de preparación de la solución de NaOH a 1N.

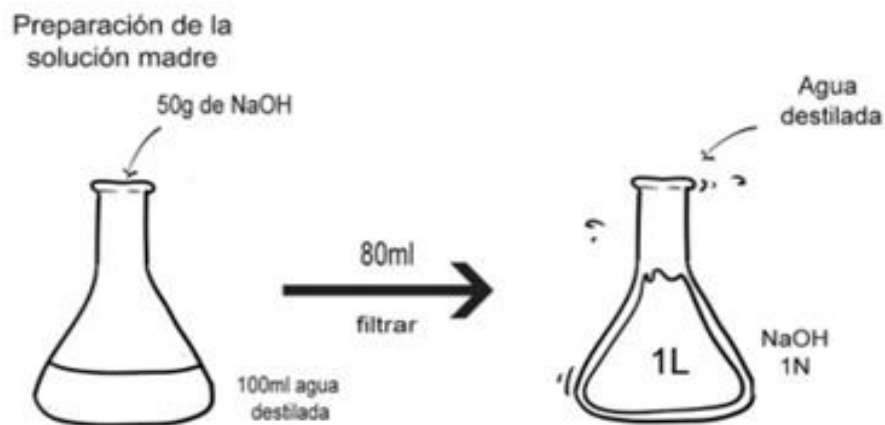


Figura 43

Proceso de preparación de la solución de NaOH 0,1N.

Preparación de NaOH 0,1N
De la solución anterior tomar 5ml de NaOH 1N



Anexo 2

Determinación de azúcares reductores

- Se llenó la bureta con la muestra a la que se le va determinar azúcares reductores.

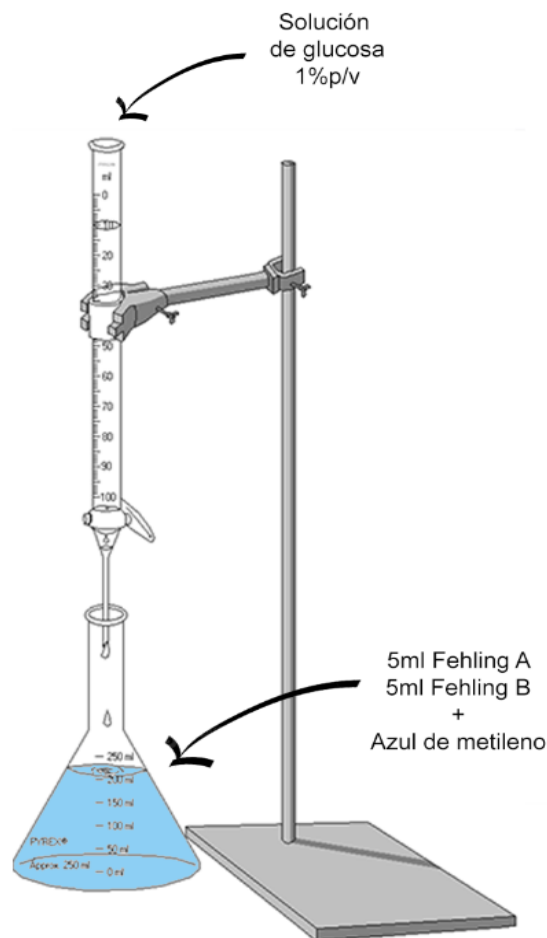
- Se pipetearon 5ml de solución A y B de Fehling en un Erlenmeyer se agregó tres gotas de indicador de azul de metileno, llevar a 20ml con agua destilada.
- Colocar la solución de Fehling contenida en el Erlenmeyer en una plancha de calentamiento y llevar a ebullición. Impedir que la solución deje de hervir.
- Comenzar la titulación hasta que la solución de Fehling desaparezca el color azul y vire a color rojo ladrillo.
- Tomar el volumen y hallar los azúcares reductores con la siguiente ecuación para hallar el porcentaje de azúcares reductores en la muestra:

Cálculo para determinar los azúcares reductores

$$\%AR = \left(\frac{f}{vo.sol.gasto} \right) \times 100$$

Figura 44

Valoración de la solución de Fehling con solución de glucosa al 1% p/v para



Determinar el blanco con el cual se determinarán los azúcares reductores en la papa frita.

Nota: Los azúcares reductores van aumentando su concentración a medida que el proceso aumenta, por lo tanto, los volúmenes que están van disminuyendo por su concentración, es muy importante hacer disoluciones cuando la concentración azúcares reductores sea muy grande.

Cálculos:

Determinación de los Azúcares Reductores por el Método del Reactivo de Fehling.
Determinado el factor de Fehling:

Gasto_{blanco} = 5,5ml

%Glucosa = 1

Sol Fehling = 10ml

$$f = \frac{\text{Gasto}_{\text{blanco}} \times \% \text{Glucosa} \times \text{Sol Fehling}}{100}$$

$$f = \frac{(5,5)(1)(10)}{100}$$

$$f = 0,55$$

Determinando el % de A.R.

$$\%A. R. = \frac{f}{\text{Vol. Sol. gastado}}$$

Papa yungay:

Muestra a 149,77°C

Gasto_{muestra} = 212ml

$$\%A. R. = \frac{0,55}{212} \times 100$$

$$\%A. R. = 0259$$

Anexo 3

Determinación de la acidez

$$\% \text{Acidez}_{(\text{ácido oleico})} = \frac{V \times N \times F \times 100}{\mu}$$

V: volumen de NaOH gastado.

N: Concentración de NaOH valorado.

Ft: Factor conversión de oleico.

μ : Masa de la muestra en gramos.

Gasto_{(blanco)1} = 0,03ml

Gasto_{(blanco)2} = 0,04ml

Cálculos:

Determinación del índice de acidez.

$$\%Acidez = \left[\frac{(V)(N)(Ft)}{M} \right] x 100$$

La Acidez papa yungay:

Muestra a 149,77°C

V= 1,95ml

N = 0,1

Ft = 0,282 factor de conversión del ácido oleico.

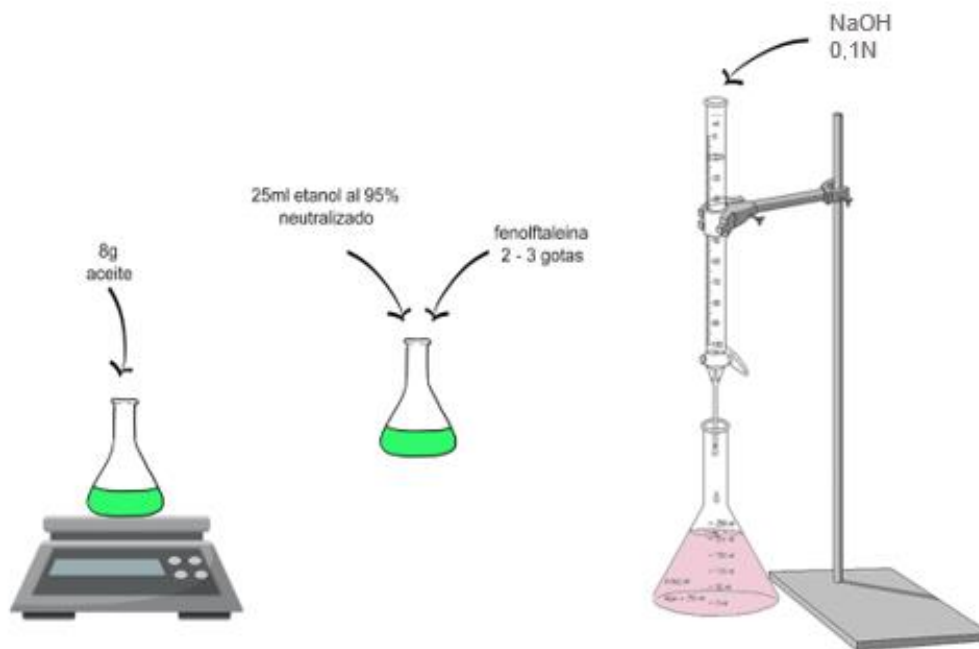
M = 8,00

$$\%Acidez = \left[\frac{(1,95ml)(0,1)(0,282)}{(8)} \right] x 100$$

$$\%Acidez = 0,687$$

Figura 45

Valoración del aceite extraído del fritado con NaOH 0,1N para determinar el porcentaje de acidez presentes



Anexo 4

Determinación del Índice de peróxido

$$I = \frac{(V1 - V2)(N)}{\mu} \times 100$$

V1: ml de la titulación de la muestra

V2: ml de la titulación en blanco

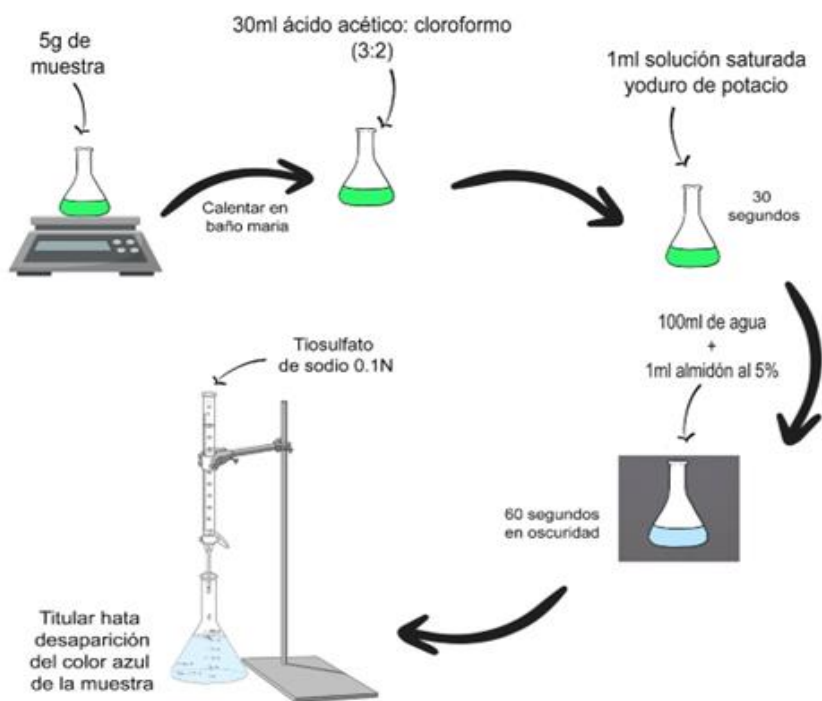
N: concentración de tiosulfato de sodio

μ : masa de la muestra en gramos

I: Índice de peróxidos meqO₂/1000g

Figura 46

Valoración de la muestra acondicionada con tiosulfato de sodio para determinar el índice de peróxido presente.



Cálculos:

Determinación del índice de peróxidos.

$$I = \frac{(V1 - V2)(N)}{\mu} \times 1000$$

Para papa yungay:

Muestra a 149,77°C

$$V1 = 3,75$$

$$V2 = V_{\text{blanco}} = 3,5$$

$$N = 0,1$$

$$\mu = 5,09$$

$$I = \frac{(3,75 - 3,5)(0,1)}{5,09} \times 1000$$

$$I = 4,912 \frac{m_{eq} O_2}{Kg}$$

Anexo 5*Determinación de la Textura según la temperatura y el tiempo.*

Muestra: Papa yungay			
	Temperatura °C	Tiempo min	Textura mm de profundidad
1	149,773	3,5	4,63
2	160	2	3,45
3	175	3,5	3,85
4	190	5	2,10
5	200,227	3,5	2,25

Nota. El resultado de la textura de la muestra es el promedio a diferentes temperaturas y tiempos.

Anexo 6*Determinación de los azúcares reductores en la muestra según a temperatura de 149,77 °C a diferentes tiempos.*

Muestra a 149,77°C		
Papa yungay		
	Gasto solución	%Azúcares reductores
1	212	0,259
2	214	0,257
3	216	0,255
4	216	0,255
5	214	0,257
6	211	0,261
7	212	0,259
8	214	0,257
9	216	0,255
10	212	0,259
Prom.	213,7	0,257

Anexo 7

Determinación de los azúcares reductores en la muestra según a temperatura de 160°C a diferentes tiempos.

Muestra a 160°C		
Papa yungay		
N° prueba	Gasto solución	%Azúcares reductores
1	229	0,24
2	227	0,242
3	229	0,24
4	230	0,239
5	233	0,236
6	230	0,239
7	229	0,24
8	228	0,241
9	229	0,24
10	227	0,242
Prom.	229,1	0,24

Anexo 8

Determinación de los azúcares reductores en la muestra según a temperatura de 175°C a diferentes tiempos.

Muestra a 175°C		
Papa yungay		
N° prueba	Gasto solución	%Azúcares reductores
1	231	0,238
2	230	0,239
3	236	0,233
4	234	0,235
5	231	0,238
6	235	0,234
7	238	0,231
8	235	0,234
9	236	0,233
10	230	0,239
Prom.	233,6	0,235

Anexo 9

Determinación de los azúcares reductores en la muestra según a temperatura de 190°C a diferentes tiempos.

Muestra a 190°C		
Papa yungay		
N° prueba	Gasto solución	%Azúcares reductores
1	239	0,23
2	239	0,23
3	242	0,227
4	244	0,225
5	243	0,226
6	240	0,229
7	245	0,224
8	241	0,228
9	246	0,224
10	240	0,229
Prom.	241,9	0,227

Anexo 10

Determinación de la acidez en la muestra según a temperatura de 149,77°C a diferentes tiempos.

Muestra a 149,77°C			
Papa yungay			
N° prueba	Masa	Gasto solución	%Acidez
1	8	1,95	0,687
2	8	2,45	0,864
3	8,1	2,35	0,818
4	8,1	2,1	0,731
5	8,02	2,35	0,827
6	8,04	1,95	0,684
7	7,99	2,5	0,882
8	8,01	2,35	0,827
9	7,98	1,8	0,636
10	7,98	1,8	0,636
Prom.	8,022	2,16	0,759

Anexo 11

Determinación de la acidez en la muestra según a temperatura de 160°C a diferentes tiempos.

Muestra a 160°C			
Papa yungay			
N° prueba	Masa	Gasto solución	%Acidez
1	8,1	1,8	0,627
2	8,1	1,8	0,627
3	8,02	1,75	0,616
4	8,04	1,7	0,596
5	7,99	1,65	0,582
6	8	1,65	0,582
7	8,1	1,65	0,574
8	8,1	1,6	0,557
9	8,02	1,45	0,51
10	8,04	1,55	0,544
Prom.	8,05	1,66	0,581

Anexo 12

Determinación de la acidez en la muestra según a temperatura de 175°C a diferentes tiempos.

Muestra a 175°C			
Papa yungay			
N° prueba	Masa	Gasto solución	%Acidez
1	8	1,65	0,582
2	8,1	1,65	0,574
3	8,1	1,55	0,54
4	8,02	1,5	0,528
5	8,04	1,5	0,526
6	8	1,5	0,529
7	8	1,65	0,582
8	8,1	1,5	0,522
9	8,1	1,5	0,522
10	8,02	1,45	0,51
Prom.	8,047	1,545	0,541

Anexo 13

Determinación de la acidez en la muestra según a temperatura de 190°C a diferentes tiempos.

Muestra a 190°C			
yungay			
N° prueba	Masa	Gasto solución	%Acidez
1	8,04	1,45	0,509
2	7,99	1,3	0,459
3	8,01	1,4	0,493
4	7,98	1,3	0,459
5	7,98	1,3	0,459
6	8,1	1,3	0,453
7	8,02	1,4	0,492
8	8,04	1,25	0,438
9	7,99	1,35	0,476
10	8,01	1,3	0,458
Prom.	8,016	1,335	0,47

Anexo 14

Determinación del índice de peróxidos en la muestra según a temperatura de 149,77°C a diferentes tiempos.

Muestra a 149,77°C			
Papa yungay			
N° prueba	Masa muestra	Gasto tiosulfato	%Ind. Peróxido
1	5,09	3,75	4,912
2	5	3,6	2
promedio	5,05	3,68	3,46

Anexo 15

Determinación del índice de peróxidos en la muestra según a temperatura de 160°C a diferentes tiempos.

Muestra a 160°C			
Papa yungay			
N° prueba	Masa muestra	Gasto tiosulfato	%Ind. Peróxido
1	4,9	3,8	6,122
2	5,1	3,75	4,902
Promedio	5	3,78	5,51

Anexo 16

Determinación del índice de peróxidos en la muestra según a temperatura de 175°C a diferentes tiempos.

Muestra a 175°C			
Papa yungay			
N° prueba	Masa muestra	Gasto tiosulfato	%Ind. Peróxido
1	5,06	3,68	3,557
2	5	3,7	4
promedio	5,03	3,69	3,78

Anexo 17

Determinación del índice de peróxidos en la muestra según a temperatura de 190°C a diferentes tiempos.

Muestra a 190°C			
Papa yungay			
N° prueba	Masa muestra	Gasto tiosulfato	%Ind. Peróxido
1	4,98	3,7	4,016
2	5	3,7	4
Promedio	4,99	3,7	4,01

Anexo 18

Determinación de la preferencia de la muestra según el olor a diferentes tratamientos según la metodología de superficie y respuesta

JUECES	PAPA YUNGAY - OLOR									
	TRATAMIENTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
J1	5	5	5	4	3	5	5	5	4	7
J2	5	7	5	4	3	6	5	5	4	5
J3	7	5	7	5	3	5	7	6	3	7
J4	4	6	5	3	3	6	5	7	5	7
J5	6	5	6	4	3	5	3	5	5	5
J6	5	7	5	4	4	6	5	5	4	6
J7	5	3	5	3	4	3	5	4	3	6
J8	5	7	7	4	4	6	7	5	5	7
J9	6	6	5	4	3	6	5	6	3	6
J10	6	5	5	4	4	5	5	7	4	7
J11	7	4	7	3	4	5	6	6	5	6
J12	6	4	6	3	3	5	5	6	5	6
J13	7	6	7	3	5	5	5	6	5	4
J14	7	6	6	3	4	5	5	6	4	6
J15	6	5	6	3	4	5	5	5	4	5
PROMEDIO	5,8	5,4	5,8	3,6	3,6	5,2	5,2	5,6	4,2	6,0

JUECES	PAPA YUNGAY - OLOR									
	TRATAMIENTOS									
	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
J1	6	5	5	5	5	4	7	5	5	7
J2	5	5	6	7	5	3	5	7	7	5
J3	6	6	5	5	6	3	7	5	5	7
J4	5	7	5	6	7	4	7	6	6	7
J5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5
J6	6	5	6	7	5	3	5	7	7	5
J7	5	3	3	3	3	3	5	3	3	5
J8	6	7	5	7	7	3	6	7	7	7
J9	6	6	4	6	7	3	5	6	6	6
J10	6	6	6	5	7	3	7	5	5	7
J11	6	6	4	5	6	4	6	6	5	6
J12	7	6	4	6	6	3	6	7	6	6
J13	6	6	4	5	6	3	6	6	5	6
J14	6	6	5	6	7	3	5	5	6	7
J15	5	5	5	6	5	3	5	7	6	7
PROMEDIO	5,7	5,6	4,8	5,6	5,8	3,2	5,8	5,8	5,6	6,2

Anexo 19

Determinación de la preferencia de la muestra según el color a diferentes tratamientos según la metodología de superficie y respuesta

JUECES	PAPA YUNGAY - COLOR									
	TRATAMIENTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
J1	7	5	7	5	5	5	7	7	5	5
J2	5	5	5	3	5	6	5	5	5	7
J3	7	6	7	3	3	5	7	7	5	5
J4	5	6	7	3	3	6	5	7	5	6
J5	5	4	7	4	4	6	5	5	4	5
J6	5	5	6	5	3	6	4	7	5	6
J7	5	5	5	4	3	6	5	5	4	6
J8	7	6	7	3	4	7	7	7	4	6
J9	6	4	7	4	5	5	6	7	4	6
J10	6	5	7	3	3	5	6	6	6	6
J11	6	4	6	4	4	5	6	7	4	6
J12	6	5	6	3	4	6	7	5	5	6
J13	7	4	6	4	4	5	6	6	6	5
J14	7	4	6	3	3	5	5	6	3	6
J15	6	4	7	3	4	5	6	6	4	5
PROMEDIO	6,0	4,8	6,4	3,6	3,8	5,5	5,8	6,2	4,5	5,7

JUECES	PAPA YUNGAY – COLOR									
	TRATAMIENTOS									
	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
J1	7	7	4	5	7	4	7	7	7	6
J2	5	5	5	7	5	5	5	5	5	5
J3	7	7	5	7	7	5	7	7	7	6
J4	7	7	4	7	6	4	7	7	7	6
J5	5	5	3	5	5	5	6	5	5	5
J6	7	7	4	7	7	5	7	7	7	7
J7	5	5	3	5	5	5	5	5	5	6
J8	7	7	3	7	6	4	6	7	7	6
J9	7	7	4	5	6	4	6	7	6	6
J10	7	7	5	7	6	5	7	7	6	6
J11	6	6	3	6	6	4	6	6	7	5
J12	6	6	3	6	6	4	7	7	6	6
J13	6	5	4	6	6	4	7	6	6	6
J14	7	6	3	6	6	4	7	7	6	5
J15	7	6	4	6	6	4	6	6	6	6
PROMEDIO	6,4	6,2	3,8	6,1	6,0	4,4	6,4	6,4	6,2	5,8

Anexo 20

Determinación de la preferencia de la muestra según el sabor a diferentes tratamientos según la metodología de superficie y respuesta

JUECES	PAPA YUNGAY – SABOR									
	TRATAMIENTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
J1	6	5	7	6	5	7	5	7	3	7
J2	6	5	5	6	5	5	5	7	3	7
J3	7	4	7	5	7	7	7	5	5	7
J4	6	4	5	4	5	7	5	6	3	4
J5	6	5	7	6	5	5	5	7	4	7
J6	7	3	7	4	7	6	7	7	3	5
J7	6	5	7	3	5	5	5	6	6	5
J8	7	4	7	4	7	7	7	7	3	7
J9	7	3	7	5	6	6	6	5	5	6
J10	7	5	7	4	6	7	7	7	4	7
J11	6	5	6	3	6	6	6	5	4	6
J12	6	4	7	4	5	6	6	5	4	6
J13	6	4	7	3	6	6	6	7	3	6
J14	7	3	7	3	5	7	7	6	4	6
J15	6	4	6	3	7	6	6	6	3	6
PROMEDIO	6,4	4,2	6,6	4,2	5,8	6,2	6,0	6,2	3,8	6,1

JUECES	PAPA YUNGAY – SABOR									
	TRATAMIENTOS									
	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
J1	7	7	5	7	7	4	7	7	7	7
J2	7	7	5	5	7	3	7	7	7	7
J3	5	5	5	7	5	3	5	5	6	5
J4	6	6	5	7	6	4	6	6	6	6
J5	7	7	5	6	7	3	7	7	7	7
J6	7	7	6	6	7	4	7	7	7	7
J7	6	6	5	6	6	3	6	6	6	6
J8	7	7	4	7	7	3	7	7	7	7
J9	5	5	4	7	5	3	5	5	6	5
J10	7	7	4	7	7	3	7	7	7	7
J11	6	7	5	5	6	3	7	7	7	6
J12	6	6	4	7	6	3	7	7	7	5
J13	6	6	5	6	6	3	6	6	7	6
J14	7	6	5	6	7	3	6	6	6	6
J15	7	7	5	6	7	3	6	6	6	6
PROMEDIO	6,4	6,6	4,8	6,3	6,4	3,2	6,4	6,4	6,6	6,2

Anexo 21
Recepción de papa yungay.



Anexo 22
Pesado de papa yungay



Anexo 23
Escurrido de la papa yungay antes del frito



Anexo 24
Etapa del frito de papa yungay



Anexo 25

Titulación de la solución de Fehling A y B con solución diluida de papa yungay, para determinar azúcares reductores en las muestras.



Anexo 236

Se muestra como vira la solución de Fehling A y B a un color rojo ladrillo el cual indica la presencia de azúcares reductores.



Anexo 27

Preparación de las soluciones y pesado de la muestra para la determinación de % de acidez total.



Anexo 28

Toma de muestras papa yungay a diferentes tratamientos para determinar el % de acidez total.



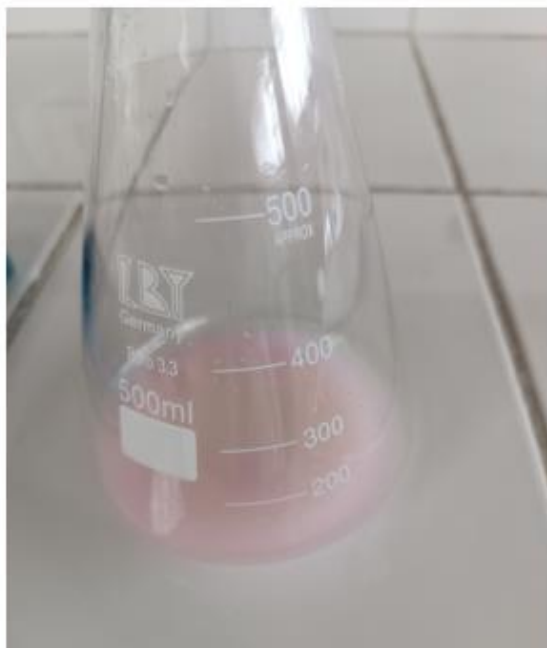
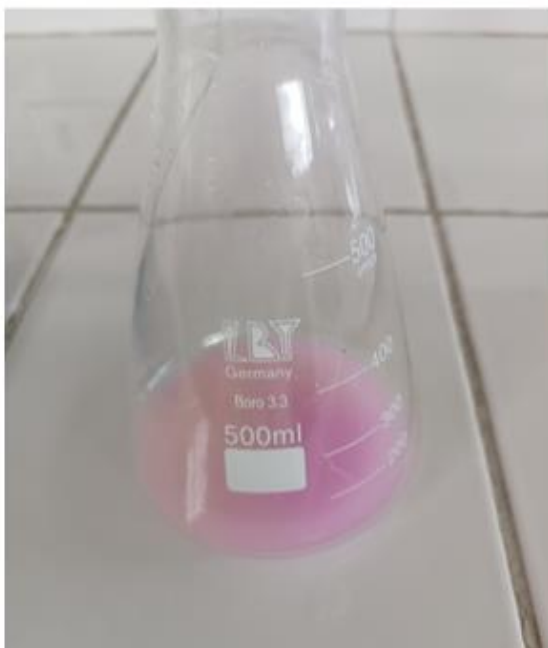
Anexo 29

Titulación de las muestras para determinar % de acidez total



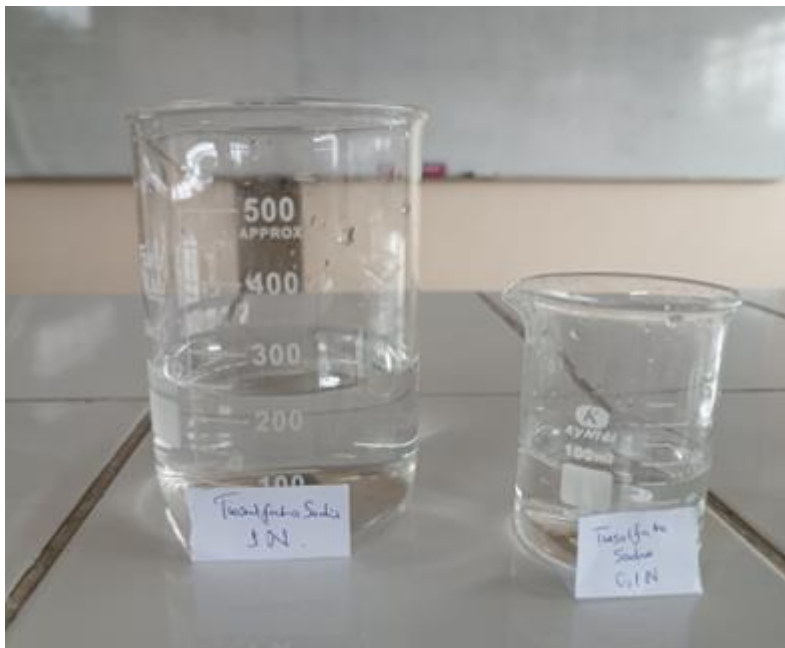
Anexo 30

Viraje de la obtención del % de acidez total.



Anexo 31

Preparación de reactivos para determinación del índice de peróxidos.



Anexo 32

Adición del cloroformo y ácido acético glacial sobre la muestra para determinar índice de peróxido.



Anexo 33

Adición de yoduro de potasio y solución de almidón para posterior someter la muestra a oscuridad para determinar índice de peróxido.



Anexo 34

Titulación de la Muestra (color azul) con tiosulfato de sodio para determinar índice de peróxido.



Anexo 35

Viraje de la muestra a color blanco el cual indica la presencia de índice de peróxido.



Anexo 35

Prueba de análisis organoléptico para determinar olor, color y sabor



Anexo 36

Ficha de la evaluación de los atributos de calidad (color, olor y sabor).

Anexo 1: Instrumento para análisis de características sensoriales

PROYECTO DE TESIS: *OPTIMIZACIÓN DEL FRITADO POR INMERSIÓN DE PAPA (Solanum tuberosum) TIPO BASTÓN VARIEDAD YUNGAY, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA*

PRUEBA AFECTIVA - ANALISIS ORGANOLEPTICO

NOMBRE: *Medina Perez Delio*.....FECHA: *07-06-25*.....EDAD: *41*.....

INSTRUCCIÓN: Usted tiene la siguiente muestra de papa frita de la variedad yungay en diferentes tiempos de fritado, para que la deguste y compare entre sí, en cuanto a su aceptabilidad. Sea justo, evalúe cada una de las muestras marque con una X la alternativa que mejor describa su percepción

ATRIBUTO	DENOMINACIÓN	ESCALA	MUESTRA																			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
COLOR	Me gusta mucho.	7	X					X				X	X							X		
	Me gusta moderadamente.	6			X				X		X			X	X	X		X		X	X	X
	Me gusta poco.	5		X			X	X									X					
	No me gusta ni me disgusta.	4				X				X												
	Me disgusta poco.	3																				
	Me disgusta moderadamente.	2																				
	Me disgusta mucho.	1																				
SABOR	Me gusta mucho.	7											X									
	Me gusta moderadamente.	6	X					X			X	X					X		X		X	X
	Me gusta poco.	5		X	X	X	X		X					X	X	X		X		X		X
	No me gusta ni me disgusta.	4					X			X												
	Me disgusta poco.	3																				
	Me disgusta moderadamente.	2																				
	Me disgusta mucho.	1																				
OLOR	Me gusta mucho.	7	X					X														X
	Me gusta moderadamente.	6			X				X		X	X	X		X	X		X	X	X		
	Me gusta poco.	5		X		X	X	X		X				X			X					
	No me gusta ni me disgusta.	4																				
	Me disgusta poco.	3																				
	Me disgusta moderadamente.	2																				
	Me disgusta mucho.	1																				

Anexo 1: Instrumento para análisis de características sensoriales

PROYECTO DE TESIS: OPTIMIZACIÓN DEL FRITADO POR INMERSIÓN DE PAPA (*Solanum tuberosum*)
TIPO BASTÓN VARIEDAD YUNGAY, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA

PRUEBA AFECTIVA - ANALISIS ORGANOLEPTICO

NOMBRE: DURANO JANAWPA IDA FECHA: 09/06/25 EDAD: 38

INSTRUCCIÓN: Usted tiene la siguiente muestra de papa frita de la variedad yungay en diferentes tiempos de fritado, para que la deguste y compare entre sí, en cuanto a su aceptabilidad. Sea justo, evalúe cada una de las muestras marque con una X la alternativa que mejor describa su percepción

ATRIBUTO	DENOMINACIÓN	ESCALA	MUESTRA																			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
COLOR	Me gusta mucho.	7	X										X									
	Me gusta moderadamente.	6			X				X		X	X		X	X				X	X	X	X
	Me gusta poco.	5		X						X							X	X				
	No me gusta ni me disgusta.	4				X	X	X			X											
	Me disgusta poco.	3																				
	Me disgusta moderadamente.	2																				
	Me disgusta mucho.	1																				
SABOR	Me gusta mucho.	7	X												X				X	X		X
	Me gusta moderadamente.	6							X			X	X			X				X		X
	Me gusta poco.	5			X			X		X								X				
	No me gusta ni me disgusta.	4		X		X	X			X					X							
	Me disgusta poco.	3																				
	Me disgusta moderadamente.	2																				
	Me disgusta mucho.	1																				
OLOR	Me gusta mucho.	7	X										X						X	X	X	X
	Me gusta moderadamente.	6							X		X	X			X							
	Me gusta poco.	5			X		X			X					X		X					
	No me gusta ni me disgusta.	4		X		X		X			X								X			
	Me disgusta poco.	3																				
	Me disgusta moderadamente.	2																				
	Me disgusta mucho.	1																				

ANEXO 37

Norma técnica peruana 011.124. papa y sus derivados

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 011.124
1 de 16

PAPA Y SUS DERIVADOS. Papa fresca cortada en tiras para fritura. Requisitos

1. OBJETO

La presente Norma Técnica Peruana tiene por objeto establecer los requisitos de calidad e inocuidad para la papa de la especie *Solanum tuberosum* L. cortada en tiras con fines de fritura destinadas al consumo humano.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

2.1 Normas Técnicas Internacionales

- | | | |
|-------|---|---|
| 2.1.1 | CODEX/STAN 114:1981 | Norma para las Patatas (papas) Fritas Congeladas Rápidamente |
| 2.1.2 | CODEX STAN 193:1995
Rev. 4:2009, Enm. 5:2015 | Norma General para los Contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos |

2.1.3	ISO 4832:2006	Microbiología de alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para la numeración de coliformes. Técnica del conteo de colonias
2.1.4	ISO 6579:2002/Cor 1:2004	Microbiología de alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para la detección de <i>Salmonella</i> spp.
2.1.5	CAC/RCP 44, Rev. 1:2004	Código de Prácticas Para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas
2.1.6	CODEX CAC/RCP 1:1969 Rev. 4-2003	Código Internacional de Prácticas Recomendado para principios generales de higiene de los alimentos
2.1.7	CAC/GL 50:2004	Directrices Generales sobre Muestreo
2.2	Normas Técnicas Peruanas	
2.2.1	NTP 011.119:2010 + COR 1:2014	PAPA Y DERIVADOS. Papa. Definiciones y requisitos
2.2.2	NTP-ISO 2859-1:2013	PROCEDIMIENTOS DE MUESTREO PARA INSPECCIÓN POR ATRIBUTOS. Parte 1. Esquemas de muestreo clasificados por límite de calidad aceptable (LCA) para inspección lote por lote

2.3 Norma Metrológica Peruana

2.3.1 NMP 001:2014 Requisitos para el etiquetado de productos preenvasados

2.4 Norma Técnica de Asociación

2.4.1 AOAC 967.25 Ed. 19:2012 Salmonella en alimentos

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica a la papa cortada en tiras para fritura.

4. DEFINICIONES

4.1 Definición del producto

Se entiende por papa cortada en tiras para fritura, a los tubérculos de papa cosechados estacionalmente, tubérculos limpios, maduros fisiológicamente y sanos que se ajuste a las características de la especie *Solanum tuberosum* L. El producto final deberá haber sido previamente seleccionado, lavado, pelado, cortado en tiras y envasado.

4.2 Definición del proceso

El proceso para obtener papa fresca cortada en tiras para fritura involucra las siguientes etapas: producto cosechado recientemente, sometido a un proceso de selección, lavado, pelado, cortado en tiras longitudinalmente por el diámetro mayor del tubérculo y envasado.

5. PRESENTACIÓN

5.1 Forma de presentación

Las formas de presentación del producto estarán determinadas por la naturaleza de la superficie y la naturaleza del corte transversal.

5.1.1 Naturaleza de la superficie

El producto se presentará en una de las formas siguientes:

- a) Corte liso: tiras de papa con lados prácticamente paralelos y superficies lisas.
- b) Corte ondulado: tiras de papa cuyos lados son prácticamente paralelos y dos o más de ellos tienen la superficie ondulada.

5.1.2 Dimensiones del corte transversal

De acuerdo al corte, la papa cortada en tiras se podrá identificarse por las dimensiones aproximadas del corte transversal o por referencia a las siguientes designaciones establecidas en la Tabla 1:

TABLA 1 – Clasificación de papa fresca cortada en tiras

Designación del corte trasversal	Dimensiones de la superficie más ancha
Pequeño	5 mm – 7 mm
Medio	8 mm – 11 mm
Grueso	12 mm -16 mm
Extra grueso	más de 16 mm

5.2 Otras formas de presentación

Se permitirá cualquier otra forma de presentación del producto, basada en los diferentes cortes transversales, siempre que:

- a) se distinga suficientemente de otras formas de presentación establecidas en la presente norma;
- b) reúna todos los demás requisitos de esta NTP;
- c) esté descrita debidamente en la etiqueta para evitar errores o confusiones por parte del consumidor.

6. REQUISITOS

6.1 Características de la materia prima:

- Contenido de materia seca: La materia prima deberá ser entre 20 % a 35 % de materia seca. Debe ser determinado por análisis físicos normalizados o validados.
- Gravedad específica: Para determinar esta característica física se usa el método de peso en aire y peso en agua comúnmente utilizado para la determinación de la gravedad específica. Se considera aceptable los valores superiores a 1,085 .
- Contenido de azúcares reductores: El contenido de azúcares reductores no deberá ser mayor de 0,25 % .
- Calibre: Deberá tenerse como referencia a la NTP 019.011 .

6.2 Requisitos generales

Las papas cortadas en tiras para fritura deberán:

- a) estar exentas de sabores y olores extraños;
- b) estar limpias, sanas y prácticamente exentas de materias extrañas;
- c) sin excesivos defectos exteriores, por ejemplo, macas, ojos y decoloración; y
- d) sin excesivos defectos de selección, por ejemplo, astillas, trozos pequeños y fragmentos.

Cuando se preparen de conformidad con las instrucciones del fabricante, la papa cortada en tiras para fritura deberá tener:

- un color razonablemente uniforme;
- una textura característica del producto y no ser excesivamente duras ni blandas o pastosas.

6.3 Requisitos relativos al proceso productivo

El orden de las operaciones unitarias relativas al proceso productivo en el presente apartado es de carácter referencial, algunas industrias aplican otro tipo de secuencia en el proceso u operaciones adicionales.

6.3.1 Selección

Se debe escoger y separar los tubérculos de papa que luego son seleccionados y clasificados según la NTP 011.119 .

No se debe usar tubérculos verdeados para el proceso productivo.

6.3.2 Lavado

El agua a usarse para el lavado de los tubérculos de papa debe ser agua limpia, potable y de flujo continuo. No debe usarse aguas residuales, servidas o agua potable de reuso.

6.3.3 Pelado

El pelado de los tubérculos debe ser uniforme, evitando dejar partes o porciones de piel en el tubérculo. La parte de piel que recubre el alrededor de los ojos de los tubérculos debe ser rebordeada y retirada.

En el caso de requerir algún tipo de papa entera o con piel, deberá cumplir con las normas establecidas de sanidad e inocuidad.

6.4.4 Cortado en tiras

El corte transversal de las tiras de las papas cortadas debe ser por los cuatro lados, de tal manera que tenga la forma de un poliedro.

6.4.4.1 Dimensiones del corte

Las dimensiones del corte transversal de las tiras de las papas cortadas por los cuatro lados no deberán ser inferiores a 5 mm cuando la medición se haga en estado fresco.

El producto podrá identificarse por las dimensiones del corte transversal (véase la Tabla 1). Además véanse las figuras A.1, A.2, A.3, A.4 y A.5 del Anexo A .

6.4.5 Envasado

Los envases que se utilicen para las papas cortadas deberán:

- a) proteger las características sensoriales y otras características de calidad del producto;
- b) proteger el producto contra la contaminación microbiológica y de otra índole;
- c) proteger el producto contra la deshidratación y, cuando proceda, contra las pérdidas en la medida en que sea tecnológicamente posible; y
- d) no transmitir al producto ningún olor, sabor, color, ni ninguna otra característica extraña durante toda la elaboración (cuando proceda) y distribución del producto hasta el momento de su venta final.

La capacidad de peso del producto final debe ser máximo de 20 kilos por envase o de acuerdo a lo establecido con el productor y usuario final del producto regulado por esta NTP.

6.5 Requisitos microbiológicos

Los requisitos microbiológicos que deben cumplir las tiras de papa fresca cortada para fritura, son los establecidos en la Tabla 2 .

TABLA 2 - Requisitos microbiológicos de la papa fresca cortada en tiras para fritura

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	C	Límite por g		Método de ensayo
					m	M	
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10 ²	10 ³	ISO 4832
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25g	---	AOAC 967.25, ISO 6579

NOTA: Estos requisitos no deben ser aplicados de manera rutinaria sino con fines de aseguramiento de la calidad.

donde:

- n : Número de unidades de muestras seleccionadas al azar de un lote, que se analiza para satisfacer los requerimientos de un determinado plan de muestreo.
- C : Número máximo permitido de unidades de muestra rechazables en un plan de muestreo de 2 clases o número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre "m" y "M" en un plan de muestreo de 3 clases. Cuando se detecte un número de unidades de muestra mayor a "c" se rechaza el lote.
- m : Límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor a "m" representa un valor aceptable y los valores superiores a "m" indican lotes aceptables o inaceptables.
- M : Los valores de recuentos microbianos superiores a "M" son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud.

7. ADITIVOS ALIMENTARIOS

Se podrán añadir aditivos de acuerdo a las especificaciones permitidas por la legislación nacional o lo establecido por el Codex Alimentarius.

Se podrá añadir bisulfito de sodio al 10 % : La concentración de bisulfito de sodio concentrado al 10 % será aplicado hasta una dilución máxima de 1 mg/kg de papa en tiras.

8. MUESTREO

Se efectuará de acuerdo a lo establecido en la Norma CAC/GL 50 o la NTP-ISO 2859-1 .

9. ROTULADO Y ENVASE

9.1 Rotulado

9.1.1 Los requisitos del rotulado serán los establecidos en las normas NTP 209.038, NMP 001 ó CODEX STAN 1. Además deberán contener:

9.1.1.1 Nombre del producto y la variedad.

9.1.1.2 El tamaño indicado por el diámetro en milímetros.

9.1.1.3 Contenido neto aproximado en kilogramos.

9.1.1.4 Nombre o razón social o marca del productor, envasador o vendedor. En el caso de productos importados, nombre o razón social de importador.

9.1.1.5 La frase "Producto peruano". En caso de productos importados, el país de origen.

9.1.1.6 La información requerida deberá inscribirse en idioma castellano, pudiendo llevar inscripciones en otros idiomas siempre que no aparezcan forma más destacada.

9.1.2 Los rótulos o etiquetas deben estar firmemente adheridos a un cabezal de los envases o ser de impresión permanente sobre el mismo. La información debe estar en español o en caso de producto de exportación en el idioma acordado con el país en que se comercialice el producto.

9.1.3 Adicionalmente a lo anterior, se podrá rotular según lo que las partes establezcan de común acuerdo.

9.1.4 Otros datos establecidos por los dispositivos legales vigentes.

9.2 Envase

9.2.1 Los requisitos de los envases serán los indicados en el Código de Prácticas para el envasado y transporte de frutas y hortalizas frescas CAC/RCP 44 .

9.2.2 Debe garantizar protección al producto durante su transporte y almacenamiento.

9.2.3 Los envases y materiales de empaque deben ser nuevos, sanitariamente aptos, técnicamente adecuados, limpios, homogéneos en presentación, resistentes a la manipulación y al transporte. También pueden ocuparse envases reutilizables, que cumplan con todos los requisitos antes especificados.

10. CONTAMINANTES

10.1 Contenido de metales pesados

Las papas cortadas en tiras para fritura no deberán presentar metales pesados en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana. (Véase la norma Codex Stan 193).

Asimismo no deberá exceder los niveles máximos para metales pesados establecidos por la Autoridad Nacional Sanitaria Competente o en su defecto por la Comisión del Codex Alimentarius y/o país de destino.

En el caso de realizar análisis de metales pesados se deben utilizar métodos de ensayo normalizados o validados.

10.2 Residuos de plaguicidas

Las papas cortadas en tiras para fritura no deberán exceder los límites máximos para residuos de plaguicidas (LMR) establecidos por la Autoridad Nacional Sanitaria Competente² o en su defecto por la Comisión del Codex Alimentarius y/o país de destino.

Los métodos de ensayo a utilizar para la determinación de residuos de plaguicidas deben ser normalizados o validados.

11. HIGIENE

11.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de esta norma se prepare y manipule de conformidad con las secciones correspondientes del Código Internacional Recomendado CAC/RCP 1 y con los demás Códigos de Prácticas recomendados por la Comisión del Codex Alimentarius que sean aplicables para este producto.

11.2 En la medida de lo posible, de acuerdo con las buenas prácticas de fabricación, el producto deberá estar exento de sustancias objetables u extrañas.

12. MUESTREO

Se efectuará de acuerdo a lo establecido en la Norma CAC/GL 50 o la NTP-ISO 2859-1 .

13. ANTECEDENTES

13.1 CODEX STAN 114:1981 Norma para las Patatas (papas) Fritas Congeladas Rápidamente

² SENASA

- 13.2 R.M. N° 591-2008/MINSA. NTS N° 071-MINSA/DIGESA.V.01 "Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano"

ANEXO A
(INFORMATIVO)

CORTES PARA PAPA FRESCA PARA POLLERÍA



FIGURA A.1 - Corte pequeño (5 – 7 mm)

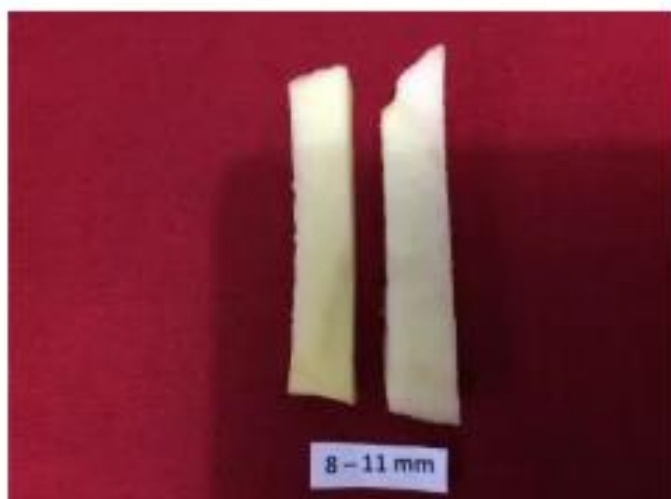


FIGURA A. 2 – Corte medio (8 – 11 mm)



FIGURA A.3 - Corte grueso (12 - 16 mm)



FIGURA A.4 - Corte extra grueso (más de 16 mm)



FIGURA A.5 - Corte con piel



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:
(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 314-2021-UNSCH-CU)

Optimización del fritado por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón variedad Yungay, utilizando la metodología de superficie de respuesta

Expositor: Fredy Cancho Cuba

Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias

Expediente N° 2553882

Resolución Decanal N° 193-2025-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 16-12-2025

En la Sala de Conferencias “Pedro VILLENA HIDALGO” de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las ocho de la mañana con cinco minutos del día jueves dieciocho de diciembre del año dos mil veinticinco, se reunieron el Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **Fredy Cancho Cuba**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Wilfredo TRASMONTÉ PINDAY, Mg. Hugo Rodolfo ORIUNDO MAMANI y Mg. Julio Pablo GODENZI VARGAS, bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la FIQM), Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente) y el público asistente.

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Optimización del fritado por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón variedad Yungay, utilizando la metodología de superficie de respuesta**, presentado por el Bachiller **Fredy Cancho Cuba**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 193-2025-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó al Bachiller **Fredy Cancho Cuba**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de cuarenta y cinco minutos.

Terminada la exposición del Bachiller, el Presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Julio Pablo GODENZI VARGAS, Mg. Hugo Rodolfo ORIUNDO MAMANI y Dr. Wilfredo TRASMONTÉ PINDAY. Luego el Presidente invitó al Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

Concluyó con esta etapa el Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA, en su condición de Presidente.



UNSCH

FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 314-2021-UNSCH-CU)

Optimización del fritado por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón variedad Yungay, utilizando la metodología de superficie de respuesta

Expositor: Fredy Cancho Cuba

Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias

Expediente N° 2553882


Resolución Decanal N° 193-2025-UNSCH-FIQM/D

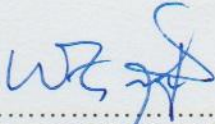
Fecha: 16-12-2025


Culminada la etapa de preguntas, el Presidente del Jurado invitó al Sustentante y al público para que se sirvan abandonar la Sala de Conferencias con la finalidad de permitir al Jurado de Sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADO POR UNANIMIDAD PROMEDIO CATORCE (14)**.


Finalmente el Presidente del Jurado dispuso que se invite al Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la Sala de Conferencias, y anunció que el Bachiller **Fredy Cancho Cuba**, ha resultado **APROBADO POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con un flamante **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

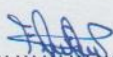
Siendo las diez de la mañana con cinco minutos, se dio por concluido el acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:


.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente


.....
Dr. Wilfredo TRASMONTA PINDAY
Miembro


.....
Mg. Hugo Rodolfo ORIUNDO MAMANI
Miembro


.....
Mg. Julio Pablo GODENZI VARGAS
Miembro


.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
(Secretario Docente)

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:**

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 314-2021-UNSCH-CU)

Optimización del fritado por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón variedad Yungay, utilizando la metodología de superficie de respuesta

Expositor: Freddy Eduardo Vasquez Guillen

Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias

Expediente N° 2553882

Resolución Decanal N° 193-2025-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 16-12-2025

En la Sala de Conferencias “Pedro VILLENA HIDALGO” de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las ocho de la mañana con cinco minutos del día jueves dieciocho de diciembre del año dos mil veinticinco, se reunieron el Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **Freddy Eduardo Vasquez Guillen**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dr. Wilfredo TRASMONTA PINDAY, Mg. Hugo Rodolfo ORIUNDO MAMANI y Mg. Julio Pablo GODENZI VARGAS, bajo la Presidencia del Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA (Decano de la FIQM), Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente) y el público asistente.

Acto seguido, el Presidente del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Optimización del fritado por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón variedad Yungay, utilizando la metodología de superficie de respuesta**, presentado por el Bachiller **Freddy Eduardo Vasquez Guillen**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 193-2025-UNSCH-FIQM/D.

Luego, el Presidente del Jurado invitó al Bachiller **Freddy Eduardo Vasquez Guillen**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de cuarenta y cinco minutos.

Terminada la exposición del Bachiller, el Presidente invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Julio Pablo GODENZI VARGAS, Mg. Hugo Rodolfo ORIUNDO MAMANI y Dr. Wilfredo TRASMONTA PINDAY. Luego el Presidente invitó al Dr. Antonio Jesús MATOS ALEJANDRO para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

Concluyó con esta etapa el Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA, en su condición de Presidente.



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS PRESENCIAL:

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 314-2021-UNSCH-CU)

Optimización del fritado por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón variedad Yungay, utilizando la metodología de superficie de respuesta

Expositor: Freddy Eduardo Vasquez Guillen

Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias

Expediente N° 2553882

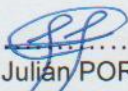
Resolución Decanal N° 193-2025-UNSCH-FIQM/D

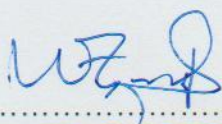
Fecha: 16-12-2025


Culminada la etapa de preguntas, el Presidente del Jurado invitó al Sustentante y al público para que se sirvan abandonar la Sala de Conferencias con la finalidad de permitir al Jurado de Sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADO POR UNANIMIDAD PROMEDIO QUINCE (15).**

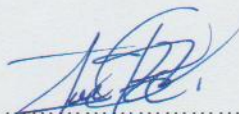
Finalmente el Presidente del Jurado dispuso que se invite al Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la Sala de Conferencias, y anunció que el Bachiller **Freddy Eduardo Vasquez Guillen**, ha resultado **APROBADO POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con un flamante **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** y le augura éxitos en su desempeño profesional.


Siendo las diez de la mañana con cinco minutos, se dio por concluido el acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:


.....
Dr. Agustín Julián PORTUGUEZ MAURTUA
Presidente


.....
Dr. Wilfredo TRASMONTA PINDAY
Miembro


.....
Mg. Hugo Rodolfo ORIUNDO MAMANI
Miembro


.....
Mg. Julio Pablo GODENZI VARGAS
Miembro


.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
(Secretario Docente)



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El Director de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, hace CONSTAR:

Que, los Sres. Fredy CANCHO CUBA y Freddy Eduardo VASQUEZ GUILLEN egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias han remitido, con el aval y por intermedio de su asesor Ing. Antonio Jesús Matos Alejandro, la Tesis: Optimización de fritado por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón variedad yungay, utilizando la metodología de superficie de respuesta, y se precisa con el Informe de Originalidad de Turnitin, que el índice de similitud del trabajo es de 16% y que se ha generado el Recibo digital que confirma el Depósito que el trabajo ha sido recibido por Turnitin con fecha marzo 20 de 2026 e Identificador de la Entrega N° 2908323020.

Se expide la presente, para los fines pertinentes.

Ayacucho, 31 de marzo del 2026.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL
DE HUAMANGA
F. P. DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Ing. EIP Antonio J. Matos Alejandro
DIRECTOR

c.c. : Archivo.
Constancia N° 063

Optimización del fritado por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón variedad yungay, utilizando la metodología de superficie de respuesta

por Fredy Cancho Cuba y Freddy Eduardo Vasquez Guillen

Fecha de entrega: 20-mar-2026 12:37p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2908323020

Nombre del archivo: TESIS_FREDY_para_turniting_marzo.pdf (1.92M)

Total de palabras: 24532

Total de caracteres: 123603

Optimización del fritado por inmersión de papa (*Solanum tuberosum*) tipo bastón variedad yungay, utilizando la metodología de superficie de respuesta

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	14%	3%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	3%
2	dokumen.site Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	1%
7	www.scielo.cl Fuente de Internet	<1%
8	Ramos Alata, Dawes. "Efecto de la masa, velocidad de avance y presión de inflado de neumáticos del tractor sobre la compactación del suelo agrícola", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru) Publicación	<1%
9	repositorio.uchile.cl	

Fuente de Internet

<1 %

10

secgen.unajma.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

11

www.buenastareas.com

Fuente de Internet

<1 %

12

repositorio.unsaac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

13

doaj.org

Fuente de Internet

<1 %

14

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

15

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

16

sqperu.org.pe

Fuente de Internet

<1 %

17

Submitted to Universidad Nacional de Colombia

Trabajo del estudiante

<1 %

18

myslide.es

Fuente de Internet

<1 %

19

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

20

dspace.uazuay.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

21

repositorio.unaj.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

fdocumento.com

Fuente de Internet

<1 %

23	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
27	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
29	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to espam Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo