

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**OBTENCIÓN DE PURÉ DE PAPA INSTANTÁNEO DE LA VARIEDAD
(*DESIRÉ*)**

POR:

YOSELIN ANAHI CALLA ANZE

Trabajo final de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

TARIJA-BOLIVIA

2025

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado va dedicado principalmente:

A Dios

Fuente de toda sabiduría y fortaleza, por guiar mis pasos con amor y paciencia en cada etapa de este camino. Por darme luz, por sostenerme cuando sentí desfallecer y por llenar mi vida de fe y propósito. Sin su presencia, este logro no hubiera sido posible.

A mis padres

Luis Calla y Jahnet Anze que con su amor, esfuerzo y sacrificio han sido el pilar más firme en mi vida. Gracias por ser ejemplo de trabajo, humildad y perseverancia. Sus palabras de aliento, sus oraciones y su fe en mí me impulsaron a continuar incluso cuando las fuerzas parecían agotarse. Este triunfo también es suyo.

A mi familia

Por estar siempre presente con su apoyo incondicional, comprensión y cariño. Gracias por acompañarme en los momentos de estrés, por cada gesto de ánimo, por las sonrisas compartidas y por creer en mí desde el inicio. Cada uno de ustedes ocupa un lugar especial en este logro.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	¡Error! Marcador no definido.
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos	3
1.3.1	Objetivo general.....	4
1.3.2	Objetivos específicos	4
1.4	Planteamiento del problema.....	5
1.5	Formulación del problema	5
1.6	Objeto de estudio.....	5
1.7	Campo de acción.....	5
1.8	Hipótesis.....	5

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1	Origen del puré de papa instantáneo	6
2.2	Definición de puré instantáneo.....	6
2.3	Clasificación del puré instantáneo	6
2.3.1	Tipos de puré instantáneo.....	7
2.4	Composición fisicoquímica del puré de papa instantáneo	8
2.4.1	Propiedades nutricionales del puré de papa instantáneo.....	8
2.5	Aplicaciones del puré de papa instantáneo	8
2.6	Caracterización de la papa variedad (Desiré) utilizada para obtener puré de papa instantáneo.....	9
2.6.1	Papa variedad Desiré.....	9

2.6.3 Propiedades nutricionales de la papa (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	11
2.6.4 Aplicaciones de la papa (<i>Solanum Toberosum</i>).....	11
2.7 Descripción del proceso tecnológico de obtención del puré de papa instantáneo de la variedad Desiré.....	12
2.7.1 Escaldado de la papa	12
2.7.2 Secado de los alimentos	13
2.7.3 Factores que intervienen en el proceso de secado.....	13
2.7.3 Tipos de secadores	14
2.7.4 Cinética de secado.....	15
2.7.5 Curva de secado	16
2.7.6 Curva de velocidad de secado	17
2.7.7 Periodos de secado	18

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1 Desarrollo de la parte experimental	19
3.2 Tipo de intervención experimental.....	19
3.3 Enfoque de la investigación	19
3.4 Paradigma positivista	20
3.5 Método, técnicas e instrumentos	20
3.5.1 Análisis fisicoquímico y microbiológico de la papa variedad Desiré.....	20
3.5.2 Análisis físico de la papa variedad Desiré	21
3.6 Equipos, instrumentos, material de laboratorio, reactivos y utensilios de cocina	21
3.6.1 Equipos utilizados en el proceso de obtención de puré de papa instantáneo de la variedad Desiré.....	22

3.6.3 Material de laboratorio utilizados en el proceso de obtención de puré de papa instantáneo.....	23
3.6.4 Utensilios de cocina	23
3.6.5 Reactivos de grado alimenticio	24
3.7 Diagrama de flujo del proceso de obtención de puré de papa instantáneo	24
3.8 Descripción del diagrama de flujo para la obtención de puré de papa instantáneo	26
3.8.1 Papa	26
3.8.2 Lavado.....	26
3.8.3 Pelado.....	27
3.8.4 Cortado	27
3.8.5 Lavado.....	27
3.8.6 Escaldado	28
3.8.7 Enfriamiento y escurrido.....	28
3.8.8 Cocción	29
3.8.9 Triturado y tamizado	29
3.8.10 Laminado.....	30
3.8.11 Secado	30
3.8.12 Molienda	31
3.8.13 Mezclado.....	31
3.8.14 Envasado	32
3.9 Evaluación sensorial del puré de papa instantáneo de la variedad Desiré	32
3.10 Diseño experimental.....	32
3.10.1 Diseño factorial 2 ³	33

3.10.2 Diseño factorial en el proceso de secado por aire caliente del puré de papa en base humedad.....	34
3.11 Operacionalización de las variables dependiente e independiente para el proceso de obtención de puré de papa instantáneo.....	36

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de la papa variedad Desiré	38
4.1.1. Parámetros físicos de la papa variedad Desiré.....	38
4.1.1.1. Cálculo del rendimiento de las rodajas de papa.....	39
4.1.2. Parámetros fisicoquímicos de la papa variedad Desiré.....	40
4.1.3. Parámetros microbiológicos de la papa variedad Desiré.....	41
4.1.4. Parámetros de minerales de la papa variedad Desiré.....	42
4.2 Caracterización de las variables del proceso de secado por aire caliente para la obtención de puré de papa instantáneo.....	42
4.2.1 Desarrollo de las pruebas experimentales para la obtención de puré de papa instantáneo.....	42
4.2.1.2 Selección de las muestras de papa para el proceso de secado por aire caliente	45
4.3 Diseño factorial en el proceso de secado para la obtención de puré de papa instantáneo.....	47
4.3.1 Diseño factorial 2^3 en el proceso de secado para la muestra de laminado	47
4.3.1.1 Análisis de varianza del diseño factorial en el proceso de secado para la muestra laminado puré de papa	48
4.3.1.2 Coeficientes de regresión para el contenido de humedad en base seca de la muestra laminado puré de papa.....	51

4.3.1.3 Optimización de respuesta del diseño factorial de la muestra laminado puré de papa	51
4.4 Influencia de las variables sobre el contenido de humedad en el proceso de secado de la muestra laminado puré de papa	53
4.4.1 Variación del contenido de humedad con la temperatura A_{12} (50 – 60) °C; B_1 (0,2 mm) vs C_1 (4 m/s).....	53
4.4.2 Variación del contenido de humedad con la temperatura A_{12} (50 – 60) °C; B_1 (0,4 mm) y C_1 (4 m/s)	55
4.4.3 Variación del contenido de humedad con la temperatura A_{12} (50 – 60) °C; B_1 (0,2 mm) y C_1 (5 m/s)	56
4.4.4 Variación del contenido de humedad con la temperatura A_{12} (50 – 60) °C; B_1 (0,4 mm) y C_1 (5 m/s)	58
4.4.5 Variación del contenido de humedad con el espesor B_{12} (0,2 – 0,4mm) °C; A_1 (50°C) y C_1 (4 m/s).....	60
4.4.6 Variación del contenido de humedad con el espesor B_{12} (0,2 – 0,4mm) °C; A_1 (50°C) y C_1 (4 m/s).....	61
4.4.7 Variación del contenido de humedad con el espesor B_{12} (0,2–0,4mm) °C; A_1 (50°C) y C_1 (5m/s).....	63
4.4.8 Variación del contenido de humedad con el espesor B_{12} (0,2 – 0,4mm) °C; A_1 (50°C) y C_1 (5m/s).....	64
4.4.9 Variación del contenido de humedad con la velocidad de aire C_{12} (4 – 5) m/s; A_1 (50°C) y B_1 (0,2mm)	66
4.4.10 Variación del contenido de humedad con la velocidad de aire C_{12} (4 – 5) m/s; A_1 (60°C) y B_1 (0,2mm)	68
4.4.11 Variación del contenido de humedad con la velocidad de aire C_{12} (4 – 5) m/s; A_1 (50°C) y B_1 (0,4mm)	69

4.4.12 Variación del contenido de humedad con la velocidad de aire C_{12} (4 – 5) m/s; A_1 (60°C) y B_1 (0,4mm)	71
4.5 Cinética de secado para el proceso de secado en la obtención de puré de papa instantáneo.....	73
4.6 Caracterización del puré de papa instantáneo	76
4.6.1 Análisis fisicoquímico del puré de papa instantáneo.....	76
4.6.3 Análisis de minerales del puré de papa instantáneo.....	77
4.7 Evaluación sensorial de las muestras puré de papa instantáneo para elegir la dosificación de la mezcla	77
4.7.1 Estadístico caja y bigote de los atributos color, olor, textura, sabor y presentación para las muestras puré de papa instantáneo.....	78
4.8 Ficha técnica del puré de papa instantáneo	79
4.9 Balance de materia en el proceso de obtención de puré de papa instantáneo	80
4.9.1 Balance de material en la etapa de selección	85
4.9.2 Balance de materia en la etapa de lavado.....	86
4.9.3 Balance de materia en la etapa de pelado.....	88
4.9.4 Balance de materia general en la etapa de cortado.....	88
4.9.5 Balance de materia en la etapa de lavado de las rodajas de papa.....	88
4.9.6 Balance general de materia en la etapa de enfriamiento y escurrido	93
4.9.7 Balance de materia en la etapa de triturado y tamizado.....	95
4.9.8 Balance de materia en la etapa de laminado	96
4.9.9 Balance de materia en la etapa de secado	96
4.9.10 Balance de materia en la etapa de molienda	100
4.9.11 Balance de materia en la etapa de mezclado.....	101

4.10 Balance general del balance de materia en el proceso de obtencion de pure de papa instantáneo.....	102
4.11 Balance de energía para la obtención de puré de papa instantáneo	103
4.11.1 Balance de energía en el proceso de escaldado.....	105
4.11.2 Balance de energía en el proceso de cocción.....	106
4.11.3 Balance de energía en el proceso de secado.....	107
4.11.4 Balance de energía en el proceso de molienda.....	111

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	114
5.2 Recomendaciones.....	115
Bibliografía.....	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Evaluación característica fisicoquímicas del puré de papa instantáneo	8
Tabla 2.2 Propiedades nutricionales del puré de papa instantáneo.....	8
Tabla 2.3 Características botánicas de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	10
Tabla 2.4 Composición fisicoquímica de la papa (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	10
Tabla 2.5 Composición nutricional de la papa (<i>Solanum Tuberosum</i>).....	11
Tabla 3.1 Reactivos de grado alimenticio.....	25
Tabla 3.2 Niveles de variación aplicado en el proceso de secado por aire caliente....	35
Tabla 3.3 Matriz de variables que se aplicó en el proceso de secado por aire caliente.	35
Tabla 4.2 Cálculo del rendimiento de rodajas de papa variedad <i>Desiré</i>	39
Tabla 4.3 Análisis fisicoquímico de la papa variedad <i>Desiré</i>	40

Tabla 4.4 Análisis microbiológico de la papa variedad <i>Desiré</i>	40
Tabla 4.5 Análisis de minerales de la papa variedad <i>Desiré</i>	41
Tabla 4.6 Parámetros aplicados a las muestras de papa para las pruebas iniciales....	44
Tabla 4.7 Variación del contenido de humedad en base seca para las muestras iniciales.....	45
Tabla 4.8 Contenido humedad en base seca de la muestra laminado puré de papa....	47
Tabla 4.9 Análisis de varianza en función de la variable respuesta contenido de humedad.....	47
Tabla 4.10 Muestras laminado de puré de papa.....	51
Tabla 4.11 Valores óptimos para minimizar el contenido de humedad.....	51
Tabla 4.12 Influencia de las variables sobre el contenido de humedad en base seca..	52
Tabla 4.13 Variación del contenido de humedad con la temperatura $A_{12}(50-60) ^\circ\text{C}$; B_1 (0,2mm) vs C_1 (4m/s).....	53
Tabla 4.14 Variación del contenido de humedad con la temperatura $A_{12}(50-60) ^\circ\text{C}$; B_1 (0,4mm) vs C_1 (4m/s).....	54
Tabla 4.15 Variación del contenido de humedad con la temperatura $A_{12}(50-60) ^\circ\text{C}$; B_1 (0,2mm) vs C_1 (5m/s).....	56
Tabla 4.16 Variación del contenido de humedad con la temperatura $A_{12}(50-60) ^\circ\text{C}$; B_1 (0,4mm) vs C_1 (5m/s).....	57
Tabla 4.17 Variación del contenido de humedad con la temperatura $B_{12}(0,2-0,4) \text{ mm}$; A_1 (50°C) vs C_1 (4m/s).....	59
Tabla 4.18 Variación del contenido de humedad con la temperatura $B_{12}(0,2-0,4) \text{ mm}$; A_1 (60°C) vs C_1 (4m/s).....	61
Tabla 4.19 Variación del contenido de humedad con la temperatura $B_{12}(0,2-0,4) \text{ mm}$; A_1 (50°C) vs C_1 (5m/s).....	62

Tabla 4.20 Variación del contenido de humedad con la temperatura $B_{12}(0,2-0,4)$ mm; A_1 (60°C) vs C_1 (5m/s).....	64
Tabla 4.21 Variación del contenido de humedad con la temperatura $C_{12}(4-5)$ m/s; A_1 (50°C) vs B_1 (0,2m/s).....	66
Tabla 4.22 Variación del contenido de humedad con la temperatura $C_{12}(4-5)$ m/s; A_1 (60°C) vs B_1 (0,2m/s).....	67
Tabla 4.23 Variación del contenido de humedad con la temperatura $C_{12}(4-5)$ m/s; A_1 (50°C) vs B_1 (0,4m/s).....	69
Tabla 4.24 Variación del contenido de humedad con la temperatura $C_{12}(4-5)$ m/s; A_1 (60°C) vs B_1 (0,4m/s).....	71
Tabla 4.25 Variación del contenido de humedad y velocidad de secado para la obtención de puré de papa instantáneo.....	73
Tabla 4.26 Análisis fisicoquímico del puré de papa instantáneo.....	75
Tabla 4.247 Análisis microbiológicos del puré de papa instantáneo.....	76
Tabla 4.28 Análisis de minerales del puré de papa instantáneo.....	76
Tabla 4.29 Dosificación de los insumos para la mezcla puré de papa instantáneo.....	77
Tabla 4.30 Propiedades psicrométricas del aire.....	99
Tabla 4.31 Capacidad calorífica en función a la composición de los alimentos.....	104
Tabla 4.32 Resultados de la composición fisicoquímica de la papa.....	104
Tabla 4.33 Capacidad calorífica de acero inoxidable, aluminio y agua.....	105
Tabla 4.34 Entalpia de vaporización de agua saturada.....	105
Tabla 4.35 Datos de la composición fisicoquímica de puré de papa instantáneo.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Clasificación del puré.....	7
Figura 2.2 Tipos de puré.....	7

Figura 2.3 Secador de bandejas.....	15
Figura 2.4 Curva de secado.....	16
Figura 2.5 Curva de velocidad de secado.....	17
Figura 3.1 Métodos y técnicas para el análisis fisicoquímico y microbiológico en la papa variedad <i>Desiré</i>	22
Figura 3.2 Métodos y técnicas para el análisis físico en la papa variedad <i>Desiré</i> ...	22
Figura 3.3 Equipos de proceso para la obtención de puré de papa instantáneo variedad <i>Desiré</i>	23
Figura 3.4 Instrumentos de laboratorio.....	24
Figura 3.5 Diagrama de flujo del proceso obtención de puré de papa instantáneo de la variedad <i>Desiré</i>	26
Figura 3.6 Papa variedad <i>Desiré</i>,,,	27
Figura 3.7 Lavado de la papa	27
Figura 3.8 Pelado de la papa.....	28
Figura 3.9 Cortado de la papa.....	28
Figura 3.10 Lavado de las rodajas de papa.....	28
Figura 3.11 Escaldado de las rodajas de papa.....	29
Figura 3.12 Enfriamiento y escurrido de las rodajas de papa.....	29
Figura 3.13 Cocción de las rodajas de papa.....	29
Figura 3.14 Triturado y tamizado del puré de papa.....	30
Figura 3.15 Laminado del puré de papa.....	30
Figura 3.16 Secado del puré de papa.....	31
Figura 3.17 Molienda del puré de papa seco.....	31
Figura 3.18 Mezclado de los componentes para el puré de papa instantáneo.....	32
Figura 3.19 Envasado del puré de papa instantáneo.....	32

Figura 3.20 Algoritmo de variables para la obtención de puré de papa instantáneo...	36
Figura 4.1 Muestras de la papa variedad <i>Desiré</i>	38
Figura 4.2 Pruebas experimentales para la obtención de puré de papa instantáneo..	42
Figura 4.3 Obtención de puré de papa instantáneo para las pruebas iniciales.....	43
Figura 4.4 Curva de secado para elegir la muestra en rodajas de papa y laminado de puré de papa.....	45
Figura 4.5 Efectos principales para el contenido de humedad.....	48
Figura 4.6 Interacción de factores para el contenido de humedad en base seca.....	49
Figura 4.7 Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de humedad.....	49
Figura 4.8 Variación del contenido de humedad con la temperatura A_{12} (50-60) °C; B_1 (0,2mm) y C_1 (4m/s).....	53
Figura 4.9 Variación del contenido de humedad con la temperatura A_{12} (50-60) °C; B_1 (0,4mm) y C_1 (4m/s).....	55
Figura 4.10 Variación del contenido de humedad con la temperatura A_{12} (50-60) °C B_1 (0,2mm) y C_1 (5m/s).....	56
Figura 4.11 Variación del contenido de humedad con la temperatura A_{12} (50-60) °C; B_1 (0,4mm) y C_1 (5m/s).....	58
Figura 4.12 Variación del contenido de humedad con el espesor del laminado B_{12} (0,2-0,4)mm; A_1 (50°C) y C_1 (4m/s).....	60
Figura 4.13 Variación del contenido de humedad con el espesor del laminado B_{12} (0,2-0,4)mm; A_1 (60°C) y C_1 (4m/s).....	61
Figura 4.14 Variación del contenido de humedad con el espesor del laminado B_{12} (0,2-0,4)mm; A_1 (50°C) y C_1 (5m/s).....	63
Figura 4.15 Variación del contenido de humedad con el espesor del laminado B_{12} (0,2-0,4)mm; A_1 (60°C) y C_1 (5m/s).....	64

Figura 4.16 Variación del contenido de humedad con la velocidad de aire C_{12} (4-5)m/s; A_1 (50°C) y B_1 (0,2m/s).....	66
Figura 4.17 Variación del contenido de humedad con la velocidad de aire C_{12} (4-5)m/s; A_1 (60°C) y B_1 (0,2m/s).....	68
Figura 4.18 Variación del contenido de humedad con la velocidad de aire C_{12} (4-5)m/s; A_1 (50°C) y B_1 (0,4m/s).....	70
Figura 4.19 Variación del contenido de humedad con la velocidad de aire C_{12} (4-5)m/s; A_1 (60°C) y B_1 (0,4m/s).....	71
Figura 4.20 Cinética en el proceso de secado para la muestra con corte de laminado de puré de papa.....	74
Figura 4.21 Caja y bigote del atributo color, olor, textura, sabor y presentación para las muestras puré de papa instantáneo.....	77
Figura 4.22 Balance de materia en el proceso de obtención de puré de papa instantáneo.....	79
Figura 4.23 Balance de materia en la etapa de selección.....	84
Figura 4.24 Balance de materia en la etapa de lavado.....	85
Figura 4.25 Balance de materia en la etapa de pelado.....	87
Figura 4.26 Balance de materia en la etapa de cortado.....	88
Figura 4.27 Balance de materia en la etapa de lavado rodajas de papa.....	90
Figura 4.28 Balance de materia en la etapa de enfriado y escurrido.....	92
Figura 4.29 Balance de materia en la etapa de triturado y tamizado.....	95
Figura 4.30 Balance de materia en la etapa de laminado.....	96
Figura 4.31 Balance de materia en la etapa de secado.....	96
Figura 4.32 Balance de materia en la etapa de molienda.....	100
Figura 4.33 Balance de materia en la etapa de mezclado.....	101
Figura 4.34 Resumen del balance general de materia en el proceso de obtención de	

puré de papa instantáneo.....	102
Figura 4.35 Balance de energía en el proceso de escaldado.....	106
Figura 4.36 Balance de energía en el proceso de cocción.....	107
Figura 4.37 Balance de energía en la etapa de secado puré de papa.....	108

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1 Operacionalización de las variables dependiente e independiente.....	37
Cuadro 4.1 Ficha técnica del puré de papa instantáneo.....	78