

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**“ELABORACIÓN DE UN SUCEDÁNEO DE CAFÉ A PARTIR DE
HIGO PASA (FICUS CARICA)”**

Por: ALEJANDRO RAUL MEDINA SUAREZ

**Modalidad de graduación (Investigación aplicada) presentado a
consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL
SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de
Licenciatura en Ingeniería Química.**

Marzo, 2025

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

MSc. Ing. Marcelo Segovia Cortez

DECANO

MSc. Ing. Fernando Cortez Michel

VICEDECANO

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Hector Quiroga

Ing. Hugo Franco Sánchez

Ing. Sandra Martínez Mendoza

ADVERTENCIA

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

Dedicatoria.

Dedico este proyecto, con todo mi cariño y gratitud, a mi madre, por ser mi mayor fuente de fortaleza y por brindarme siempre su amor incondicional. Gracias por su apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo, la disciplina y la perseverancia.

Con especial gratitud y amor, dedico este logro a mi novia Darleen, por su paciencia, comprensión y apoyo constante. Gracias por acompañarme en cada paso, por escucharme en los momentos difíciles y por darme fuerzas cuando más lo necesitaba. Tu amor, confianza y motivación han sido una fuente de inspiración durante este proceso, y compartir este éxito contigo lo hace aún más especial.

A mis docentes, por su dedicación y guía a lo largo de mi formación académica. Sus enseñanzas han dejado una huella imborrable y han sido fundamentales para alcanzar este logro.

Y finalmente, a mí mismo, por la constancia, el empeño y la pasión que he puesto en este proyecto. Hoy reconozco el valor del trabajo duro y la satisfacción de ver culminada esta etapa, que marca el inicio de nuevos desafíos y oportunidades.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que me han acompañado y apoyado a lo largo de este proyecto, que representa el cierre de una etapa importante en mi vida.

A mi madre, quienes desde el principio me han enseñado que con esfuerzo, disciplina y perseverancia se pueden alcanzar grandes logros. Gracias por estar siempre a mi lado, por sus sabios consejos y por su apoyo incondicional

A mis hermanos, por ser mis compañeros de vida. Su aliento constante y su confianza en mí han sido una motivación esencial para superar los retos que he encontrado en este camino. No hay palabras suficientes para agradecerles su compañía y su fe en mí.

A mi novia Darleen, a quien quiero agradecer de manera muy especial. Tu paciencia, amor y comprensión me han acompañado durante los días más largos y difíciles. Gracias por ser mi apoyo incondicional, por escucharme y animarme cuando lo necesitaba, y por recordarme siempre que soy capaz de lograr todo lo que me proponga. Este proyecto no solo es mi logro, sino también el tuyo, por todo lo que hemos compartido en este proceso.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Página

Advertencia.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Pensamiento.....	iv
Resumen.....	v

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES.....	1
Historia del café	1
El higo	8
Higo deshidratado	9
OBJETIVOS	12
Objetivo General	12
Objetivos Específicos.....	12
JUSTIFICACIÓN	12
Justificación teórica.....	12
Justificación Técnica.....	13
Justificación Social.....	14
Justificación Económica.....	14
Justificación Ambiental.....	15
1.1. Descripción del ficus carica	16

1.2.	Variedades de higo.....	18
1.3.	Habitad.....	19
1.4.	Información nutricional.....	19
1.5.	Propiedades nutricionales del higo seco (ficus carica)	20
1.6.	Cosecha	24
1.7.	Higo deshidratado o higo pasa	25
1.8.	Proceso de deshidratación del higo	26
1.9.	Definición de café	28
1.10.	Variedades de café en Bolivia.....	30
1.11.	Elaboración del café.....	33
1.12.	Tostado y tipos de tostado.....	38
1.13.	Cambios físicos durante el tostado.....	40
1.14.	Molienda del café tostado	41
1.15.	Ventajas y desventajas del consumo de café.....	41
1.16.	Sucedáneos del café	48
1.17.	Sucedáneos de café en Bolivia.....	49
1.18.	Análisis sensorial	50
1.19.	Métodos de análisis sensorial.....	51

CAPÍTULO II

PARTE EXPERIMENTAL

2.1.	Descripción y análisis	55
2.1.1.	Recolección de la materia prima	55
2.1.2.	Acondicionamiento de la materia prima	56
2.2.	Metodología utilizada para llegar al resultado esperado en la investigación	57
2.3.	Diseño Experimental.....	58
2.3.1.	Planteamiento de la hipótesis	58
2.3.2.	Determinación de la temperatura de tostado	59
2.3.3.	Determinación del tiempo de tostado.....	59
2.3.4.	Conceptualización de las variables de tostado	62

2.3.5.	Selección de los equipos del proceso experimental	62
2.4.	Descripción del procedimiento y técnicas empleados para la obtención de resultados	65
2.4.1.	Recepción.....	67
2.4.2.	Selección	68
2.4.3.	Tratamiento y desinfección	70
2.4.4.	Secado	72
2.4.5.	Acondicionamiento	73
2.4.6.	Tostado.....	76
2.4.7.	Molienda	78
2.4.8.	Tamizado.....	79
2.4.9.	Envasado	81
2.4.10.	Control de calidad	82
2.4.10.1.	Elaboración de la bebida del sucedáneo de café	82
2.4.10.2.	Análisis sensorial	83
2.4.10.3.	Análisis fisicoquímico y microbiológico	84
2.5.	Análisis del producto obtenido.....	88
2.5.1.	Determinación de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima y del resultado	88
2.6.	Diagrama de flujo del proceso de obtención del sucedáneo de café a partir de higo	90
2.7.	Balance de materia	91
2.7.1.	Balance de materia en la selección del higo deshidratado	92
2.7.2.	Balance de materia en el acondicionamiento de higo deshidratado.....	93
2.7.3.	Balance de materia en el tostado del higo deshidratado	94
2.7.4.	Balance de materia en la molienda del higo deshidratado	97
2.7.5.	Balance de materia en el tamizado del higo deshidratado tostado y molido.....	98
2.8.	Balance de energía	100
2.8.1.	Balance de energía en la etapa de secado.....	100

2.8.2.	Balance de energía en la etapa de tostado	100
--------	---	-----

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSION DE LA PARTE EXPERIMENTAL

3.1.	Caracterización del higo deshidratado	102
3.2.	Características físicas del higo deshidratado en la parte experimental .	103
3.3.	Resultados de los ensayos del diseño factorial	104
3.3.1.	Contenido de humedad del higo deshidratado en base húmeda.....	105
3.3.2.	Contenido de humedad del higo deshidratado en base seca	107
3.3.3.	Molienda	109
3.4.	Proceso del análisis sensorial del sucedáneo de café	111
3.5.	Comparación de resultados con otros sucedáneos de café.....	131
3.6.	Análisis estadístico del diseño factorial para el tostado del higo deshidratado	132

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.	Conclusiones	138
4.2.	Recomendaciones.....	140
4.3.	Bibliografía	142
4.4.	Anexos.....	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	descripción ficus carica	26
Figura 2:	Cosecha de higos maduros	34
Figura 3:	Imagen higo pasa.....	34
Figura 4:	Arbusto de cafeto.....	38
Figura 5:	Infusión de café	39
Figura 6:	Tipos de tostado de café.	47
Figura II-1.	<i>Recolección de la materia prima .</i>	65
Figura II-2.	<i>Acondicionamiento de la materia prima .</i>	66

Figura II-3. Recepción de la materia prima .	77
Figura II-4. Selección de la materia prima	78
Figura II-5. Lavado con lavandina.	79
Figura II-6. Desinfección de la materia prima	80
Figura II-7. Secado de la materia prima .	81
Figura II-8. Higo a la salida del secado	82
Figura II-9. Pesado de la materia prima secada .	83
Figura II-10. Acondicionamiento de la materia prima .	83
Figura II-11. Residuos del acondicionamiento de la materia prima .	84
Figura II-12. Higos cortados antes del tostado.	85
Figura II-13. Higos cortados después del tostado.	86
Figura II-14. Sucedáneo de café a partir de higo.	87
Figura II-15. Sucedáneo en el tamizador.	89
Figura II-16. Platos del tamiz.	89
Figura II-17. Sucedáneo de café envasado.	90
Figura II-18. Análisis sensorial.	94
Figura II-19. Baño maría del análisis sensorial.	95
Figura II-20. Estudiante realizando el análisis sensorial.	96

ÍNDICE DE DIAGRAMAS Y GRÁFICAS

Diagrama II-1 Diagrama del Proceso de Obtención de sucedáneo de café	75
Diagrama II-2 Diagrama del Proceso de Obtención de sucedáneo de café	100
Diagrama II-3 balance de selección de higo deshidratado.	101
Diagrama II-4 balance en el acondicionamiento de higo deshidratado.	102
Diagrama II-5 Balance de materia en el tostado del higo deshidratado.	104
Diagrama II-6 Balance de materia en la molienda del higo deshidratado.	106
Gráfica III-1. Tendencias sensoriales de la Muestra 2.	125
Gráfica III-2. Tendencias sensoriales de la Muestra 3.	127
Gráfica III-3. Tendencias sensoriales de la Muestra 4.	130
Gráfica III-4. Tendencias sensoriales de la Muestra 5.	132
Gráfica III-5. Tendencias sensoriales de la Muestra 6.	135

Gráfica III-6. Tendencias sensoriales de la Muestra 7.	138
Gráfica III-7. Tendencias sensoriales de la Muestra 8.	140
Gráfica III-8. Tendencias sensoriales de Promedio de las calificaciones de las muestras día 1.	141
Gráfica III-9. Tendencias sensoriales de Promedio de las calificaciones de las muestras día 2.	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II-1 factores a consideración.....	69
Tabla II-2 Matriz de diseño factorial de 2 factores y 3 niveles	69
Tabla II-3 Características de la estufa.....	71
Tabla II-4 Características de la balanza	72
Tabla II-5 Características de los materiales de laboratorio.....	72
Tabla II-6 Utensilios de cocina.....	73
Tabla II-7 Otros.	74
Tabla II-8 Propiedades fisicoquímicas del higo deshidratado	97
Tabla II-9 Propiedades fisicoquímicas del sucedáneo de café de higo deshidratado	98
Tabla II-10 Balance de materia en el acondicionamiento de higo deshidratado	103
Tabla II-11 Balance de materia en el tostado de higo deshidratado	105
Tabla II-12 Balance de materia en la molienda de higo deshidratado	107
Tabla II-13 Balance de materia en el tamizado del higo deshidratado tostado y molido	108
Tabla III-1 Características físicas y Fisicoquímicas del higo deshidratado	111
Tabla III-2 Características físicas del higo deshidratado en la parte experimental .	112
Tabla III-3 Resultados de ensayos del diseño factorial	113
Tabla III-6 Escala hedónica para la evaluación sensorial de la bebida del sucedáneo de café de higo deshidratado	121
Tabla III-7 Resultado de análisis sensorial de la muestra M-2.....	123
Tabla III-8 Resultado de análisis sensorial de la muestra M-3.....	125
Tabla III-9 Resultado de análisis sensorial de la muestra M-4.....	128
Tabla III-10 Resultado de análisis sensorial de la muestra M-5.....	130

Tabla III-11 Resultado de análisis sensorial de la muestra M-6.....	133
Tabla III-12 Resultado de análisis sensorial de la muestra M-7.....	135
Tabla III-13 Resultado de análisis sensorial de la muestra M-8.....	138
Tabla III-14 Promedio de las calificaciones de las muestras	140
Tabla III-15 Diseño factorial	143
Tabla III-16 Pruebas de efectos Inter sujetos para la obtención del sucedáneo de café de higo deshidratado	144
Tabla III-17 ANOVA para la obtención de sucedáneo de café de higo deshidratado	145