

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA DE ALIMENTOS



“ELABORACIÓN DE PASTA DE MANZANA”

POR:

CLAUDIA ELIZABETH ZAMBRANA UGARTE

Tesis de grado presentada a consideración de la UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura de Ingeniería en Alimentos.

Diciembre de 2012

Tarija-Bolivia

V° B°

.....
Ing. Erick Ramírez Ruiz
DOCENTE GUIA

.....
Msc. Ing. Luís Alberto Yurquina Flores
DECANO
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

.....
Msc. Lic. Gustavo Succi Aguirre
VICE DECANO
FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Weimar Torrejón Aguirre

.....
Ing. Johnny Mercado Rojas

.....
Ing. Jesús Zamora Gutiérrez

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

DEDICATORIA:

A mis padres por su sacrificio y amor incondicional en todas las etapas de mi vida y formación profesional.

A mis abuelos por su amor y por estar siempre pendientes de mí.

A mi esposo e hijos por su amor y su paciencia en esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO:

A Dios por ser mi amigo más fiel, por permitirme llegar hasta este instante de mi vida y entender que todo esfuerzo culmina en un acto de felicidad.

A mis padres por su apoyo moral, espiritual y económico que me han brindado en todo momento.

A mi esposo por su apoyo, la paciencia y el alentarme a finalizar este trabajo.

Al Ing. Erick Ramírez Ruiz por su inestimable ayuda y amistad por compartir sus conocimientos, sus sabios consejos y sugerencias, sin ello no se habría logrado terminar este trabajo.

Al Ing. Jesús Zamora, por su apoyo incondicional, sus consejos y colaboración en la realización de la parte experimental.

Al Ing. Jhonny Mercado y al Ing. Weimar Torrejón por su amistad y brindarme sus consejos y sugerencias.

Al tribunal calificador por la lectura, sus comentarios, consejos y sabias reflexiones.

PENSAMIENTO:

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa.”

Mahatma Gandhi

ÍNDICE

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Advertencia	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Pensamiento	
Resumen	
	Página
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Producción de manzana en Bolivia.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Origen.....	6
2.2 Taxonomía de la manzana.....	6
2.3 Descripción de la planta.....	6
2.3.1 Tallo.....	8
2.3.2 Hojas.....	8
2.3.3 Flor.....	8
2.3.4 Raíces.....	9
2.3.5 Fruto y Semilla.....	9
2.4 Cultivo.....	10
2.5 Exigencias climáticas.....	11
2.5.1 Clima.....	11
2.5.2 Temperatura.....	11
2.5.3 Suelo.....	11
2.5.4 Riego.....	11
2.6 La manzana como materia prima.....	12
2.7 Calidad nutritiva.....	13
2.8 Conservación por azúcar.....	14
2.9 Pasta de fruta.....	15
2.10 Descripción de los insumos y reactivos.....	16
2.10.1 Azúcares.....	16
2.10.1.1 Sacarosa.....	16
2.10.1.2 Naturaleza química.....	16

	Página
2.10.1.3 Solubilidad.....	17
2.10.1.4 Efecto de la sacarosa sobre el punto de ebullición del agua.....	17
2.10.1.5 Utilización de la sacarosa en la elaboración de pasta de fruta....	17
2.10.2 Ácido cítrico.....	18
2.10.3 ácido ascórbico.....	18
2.10.4 Saborizantes.....	18
2.11 Estado de la técnica de pasta de fruta a partir de manzana.....	19
2.11.1 Materia prima.....	20
2.11.2 Pesado.....	20
2.11.3 Lavado.....	21
2.11.4 Cortado.....	21
2.11.5 Escaldado.....	21
2.11.6 Tamizado.....	21
2.11.7 Concentración.....	21
2.11.8 Envasado.....	21
2.11.9 Producto.....	21
2.12 Formulación base de pasta de manzana.....	22
2.13 Evaluación sensorial de los alimentos.....	22
2.13.1 Pruebas objetivas.....	23
2.13.1 Pruebas subjetivas.....	23

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Introducción.....	24
3.2 Descripción de equipos.....	24
3.2.1 Balanza analítica.....	24
3.2.2 Cutter.....	25
3.2.3 Heladera.....	26
3.2.4 Cocina.....	26
3.2.5 Refractómetro.....	27
3.2.6 pH-metro.....	27
3.3 Descripción de materiales.....	28
3.4 Descripción de la materia prima.....	29
3.5 Descripción de insumos y reactivos.....	30
3.6 Descripción del proceso de elaboración de pasta de manzana.....	31
3.6.1 Manzana.....	33
3.6.2 Selección y clasificación.....	33
3.6.3 Lavado.....	34
3.6.4 Pesado.....	34
3.6.5 Descorazonado.....	34
3.6.6 Pelado.....	35
3.6.7 Cortado.....	35

	Página
3.6.8 Pre-tratamiento.....	35
3.6.9 Proceso de escaldado.....	36
3.6.9.1 Proceso de escaldado en agua a temperatura de ebullición.....	36
3.6.9.2 Proceso de escaldado con vapor de agua saturado.....	36
3.6.10 Triturado.....	36
3.6.11 Tamizado.....	37
3.6.12 Refinado del puré.....	37
3.6.13 Concentración del puré.....	38
3.6.14 Concentración de la pasta.....	38
3.6.15 Envasado.....	40
3.6.16 Tratamiento térmico.....	41
3.6.17 Almacenado.....	41
3.7 Metodología para la obtención de resultados.....	41
3.7.1 Análisis físico.....	42
3.7.2 Análisis fisicoquímico.....	42
3.7.2.1 Análisis del contenido de ácido ascórbico en el proceso de escaldado.....	43
3.8 Análisis microbiológico.....	44
3.9 Análisis sensorial.....	44
3.9.1 Evaluación sensorial para la selección de la muestra patrón.....	44
3.9.2 Evaluación sensorial para la dosificación de la cantidad de azúcar y ácido cítrico en el proceso de concentración de la pasta.....	45
3.9.3 Evaluación sensorial para la determinación del grado de arenosidad de la pasta.....	46
3.9.4 Evaluación sensorial para el afinado del atributo arenosidad en el puré.....	46
3.9.5 Evaluación sensorial para establecer la influencia de los sólidos solubles en el proceso de concentración inicial del puré y final de la pasta.....	46
3.9.6 Evaluación sensorial para establecer la influencia del ácido ascórbico en el atributo color.....	46
3.9.7 Evaluación sensorial para establecer el efecto de la esencia de manzana en el proceso de concentración de la pasta.....	47
3.9.8 Evaluación sensorial del producto terminado.....	47
3.9.9 Evaluación sensorial del producto almacenado.....	47
3.10 Diseño factorial.....	47
3.10.1 Proceso de escaldado.....	47
3.10.2 Dosificación de la cantidad de azúcar y ácido cítrico en el proceso de concentración de la pasta.....	49
3.10.3 Influencia de la concentración inicial del puré y final de la pasta...	50

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

	Página
4.1 Caracterización de la materia prima.....	52
4.1.1 Propiedades físicas.....	52
4.1.2 Propiedades fisicoquímicas.....	53
4.2 Selección de la muestra patrón.....	54
4.2.1 Evaluación sensorial del atributo aroma.....	54
4.2.1.1 Prueba de duncan para el atributo aroma.....	55
4.2.2 Evaluación sensorial del atributo color.....	56
4.2.2.1 Prueba de duncan para el atributo color.....	57
4.2.3 Evaluación sensorial del atributo sabor.....	58
4.2.3.1 Prueba de duncan para el atributo sabor.....	59
4.2.4 Evaluación sensorial del atributo consistencia.....	60
4.2.4.1 Prueba de duncan para el atributo consistencia.....	61
4.2.5 Evaluación sensorial del atributo arenosidad.....	62
4.2.5.1 Prueba de duncan para el atributo arenosidad.....	63
4.3 Caracterización de las variables de proceso.....	64
4.3.1 Determinación del tiempo de escaldado.....	64
4.3.1.1 Escaldado térmico en agua a temperatura de ebullición.....	65
4.3.1.2 Escaldado térmico con vapor de agua saturado.....	66
4.3.2 Variación del contenido de ácido ascórbico en el proceso de escaldado.....	67
4.3.2.1 Diseño experimental para el proceso de escaldado.....	68
4.3.3 Dosificación de la cantidad de azúcar y ácido cítrico en el proceso de concentración de la pasta	70
4.3.3.1 Evaluación sensorial del atributo sabor grupo I.....	71
4.3.3.1.1 Prueba de duncan para el atributo sabor grupo I.....	73
4.3.3.2 Evaluación sensorial del atributo sabor grupo II.....	74
4.3.3.2.1 Prueba de duncan para el atributo sabor grupo II.....	76
4.3.3.3 Evaluación sensorial del atributo sabor grupo III.....	77
4.3.3.3.1 Prueba de duncan para el atributo sabor grupo III.....	79
4.3.3.4 Evaluación sensorial para ajustar el atributo sabor.....	80
4.3.3.4.1 Prueba de duncan para ajustar el atributo sabor.....	82
4.3.3.5 Diseño experimental para dosificación de la cantidad de azúcar y ácido cítrico.....	84
4.3.4 Determinación del grado de arenosidad de la pasta.....	85
4.3.4.1 Evaluación sensorial para determinar el grado de arenosidad.....	86
4.3.4.1.1 prueba de duncan para el grado de arenosidad.....	87
4.3.4.2 Evaluación sensorial para el afinado del atributo arenosidad en el puré.....	88
4.3.4.2.1 Prueba de duncan para el afinado del atributo arenosidad en el puré.....	90

4.3.5 Influencia de los sólidos solubles en el proceso de concentración inicial del puré y final de la pasta.....	92
4.3.5.1 Evaluación sensorial del atributo consistencia.....	92
4.3.5.1.1 Prueba de duncan para el atributo consistencia.....	94
4.3.5.2 Diseño experimental para la influencia de la concentración inicial del puré y final de la pasta.....	95
4.3.6 Influencia del ácido ascórbico en el atributo color.....	97
4.3.6.1 Evaluación sensorial para el atributo color.....	98
4.3.6.1.1 Prueba de duncan para el atributo color.....	99
4.3.7 Efecto de la esencia de manzana en el proceso de concentración de la pasta.....	101
4.3.7.1 Evaluación sensorial para el atributo aroma.....	101
4.3.7.1.1 Prueba de duncan para el atributo aroma.....	103
4.3.7.2 Evaluación sensorial para el atributo sabor.....	105
4.3.7.2.1 Prueba de duncan para el atributo sabor.....	106
4.4 Caracterización del producto.....	108
4.4.1 Evaluación sensorial del producto.....	108
4.4.2 Análisis fisicoquímico del producto.....	110
4.4.3 Análisis microbiológico del producto.....	111
4.4.4 Control de la variación de peso en el producto almacenado.....	112
4.4.4.1 Evaluación sensorial del producto almacenado.....	113
4.4.4.1.1 Evaluación sensorial de los atributos aroma y sabor.....	113
4.4.4.1.1.1 Prueba de duncan para los atributos aroma y sabor.....	114
4.4.4.1.2 Evaluación sensorial del atributo color.....	115
4.4.4.1.2.1 Prueba de duncan para el atributo color.....	117
4.4.4.1.3 Evaluación sensorial del atributo arenosidad y consistencia.....	118
4.4.4.1.3.1 Prueba de duncan para los atributos arenosidad y consistencia.....	119
4.5 Balance de materia.....	120
4.5.1 Balance de materia en el proceso de lavado.....	124
4.5.2 Balance de materia en el proceso de descorazonado.....	125
4.5.3 Balance de materia en el proceso de pelado.....	126
4.5.4 Balance de materia en el proceso de cortado.....	127
4.5.5 Balance de materia en el proceso de pre-tratamiento.....	128
4.5.6 Balance de materia en el proceso de escaldado.....	130
4.5.7 Balance de materia en el proceso de triturado.....	133
4.5.8 Balance de materia en el proceso de tamizado.....	134
4.5.9 Balance de materia en el proceso de refinado.....	135
4.5.10 Balance de materia en el proceso de concentración del puré.....	136
4.5.11 Balance de materia en el proceso de concentración de la pasta.....	137
4.5.12 Determinación del número de botes en el proceso de envasado....	138
4.5.13 Resumen de resultados del balance de materia.....	139

	Página
4.6 Balance de energía.....	140
4.6.1 Balance de energía en el proceso de escaldado.....	143
4.6.1.1 Cantidad de calor necesario para calentar el agua.....	144
4.6.1.2 Cantidad de calor necesario en el proceso de escaldado.....	144
4.6.2 Balance de energía en el proceso de concentración del puré.....	148
4.6.2.1 Cantidad de calor necesario en el proceso de concentración del puré.....	148
4.6.2.2 Cantidad de calor para calentar el recipiente.....	150
4.6.3 Balance de energía en el proceso de concentración de la pasta.....	150
4.6.3.1 Cantidad de calor necesario en el proceso de concentración de la pasta.....	150
4.6.3.2 Cantidad de calor para calentar el recipiente.....	153
4.6.4 Balance de energía en el proceso de esterilización de los envases....	153
4.6.4.1 Cantidad de calor necesario en el proceso de esterilización.....	153
4.6.4.2 Cantidad de calor para calentar el recipiente.....	156
4.6.5 Balance de energía en el proceso de tratamiento térmico del producto.....	157
4.6.5.1 Cantidad de calor necesario en el proceso de tratamiento térmico del producto.....	157
4.6.5.2 Cantidad de calor para calentar el recipiente.....	159
4.6.6 Resumen de resultados del balance de energía.....	160
4.7 Determinación del costo de producción a nivel experimental.....	161
4.7.1 Costo de materia prima e insumos.....	161
4.7.2 Costo de electricidad.....	162
4.7.3 Costo de gas natural.....	162
4.7.4 Costo del agua.....	163
4.7.5 Costo de envase.....	163
4.7.6 Costo de mano de obra.....	164
4.7.7 Costo total para la pasta de manzana.....	164

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	165
5.2 Recomendaciones.....	168
BIBLIOGRAFÍA.....	169
ANEXOS	