

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JAUN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

**DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LOS
ALIMENTOS**



ELABORACIÓN DE MERMELADA AGRIDULCE DE LOCOTO

POR:

SANTUSA YOANE COLODRO ALBA

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.

Agosto, 2017

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIAS:

A mis queridos padres y esposo:

Máximo Colodro, María Eugenia Alba y
Andrés Rodríguez.

Por su apoyo y amor incondicional durante
estos años de mi vida.

ÍNDICE

Página

CAPÍTULO I

1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación	2
1.3. Planteamiento del problema	2
1.4. Formulación del problema.....	3
1.5. Objetivos	3
1.5.1. Objetivo general.....	3
1.5.2. Objetivos específicos	3
1.6. Formulación de la hipótesis	3

CAPÍTULO II

2.1. Características fisicoquímicas de la materia prima.....	4
2.1.1. Origen del locoto.....	4
2.1.2. Descripción taxonómica.....	5
2.1.3. Descripción morfológica	5
2.1.3.1. Planta.....	6
2.1.3.2. Flores.....	6
2.1.3.3. Fruto.....	7
2.1.4. Clasificación o variedades	8
2.1.4.1. Capsicum Annuum.....	8
2.1.4.2. Capsicum Chinense.....	9
2.1.4.3. Capsicum Frutescens	9
2.1.4.4. Capsicum Baccatum.....	10
2.1.4.5. Capsicum Pubescens	10
2.1.5. Cultivo del locoto.....	12
2.1.5.1. Siembra	12
2.1.5.2. Fertilización	12
2.1.5.3. Cosecha	13
2.1.5.4. Exigencias climáticas.....	13
2.1.6. Producción de locoto.....	14
2.1.6.1. A nivel mundial.....	14
2.1.6.2. A nivel nacional	16
2.1.6.2.1. Principales zonas agrícolas	16

2.1.6.2.2. El ají boliviano con grandes expectativas de exportación	16
2.1.6.2.3. Datos del mercado nacional	17
2.1.7. Composición nutricional el locoto	18
2.1.7.1. Definición de capsaicina	20
2.1.7.2 . Escala de scobille	21
2.1.8. Propiedades nutricionales del locoto	22
2.2 . Características fisicoquímicas de los insumos	22
2.2.1. Azúcar	22
2.2.2. Ácido cítrico.....	23
2.2.3. Vinagre de alcohol	23
2.3. Características fisicoquímicas del producto.....	24
2.3.1. Definición de mermelada	24
2.3 2. Proceso de elaboración	24
2.3.3. Propiedades fisicoquímicas de la mermelada	25
2.3.4. Características organolépticas de la mermelada	25
2.4. Defectos que ocurren al elaborar mermeladas	26
2.4.1. Mermelada floja o poco floja	26
2.4.2. Sinéresis o sangrado.....	27
2.4.3. Cristalización	27
2.5. Concentración	28
2.6. Evaluación sensorial	28
2.6.1. Tipos de evaluación sensorial	29
2.6.1.1. Análisis descriptivo.....	29
2.6.1.2 . Análisis discriminativo	29
2.6.1.3. Test del consumidor	30
2.7. Diseño experimental	30
2.7.1. Diseño factorial 2 ² en la etapa de inmersión.....	31
2.7.2. Diseño factorial 2 ² en la etapa de concentración	32

CAPÍTULO III

3.1. Desarrollo de la parte experimental	33
3.2. Descripción de equipos, materiales, materia prima e insumos	33
3.2.1. Equipos	33
3.2.2.1. Balanza analítica digital	33
3.2.1.2. Licuadora	34
3.2.1.3. Refractómetro de bolsillo.....	35

3.2.1.4. Cocina industrial	36
3.2.2. Materiales de laboratorio	38
3.2.3. Materias primas e insumos.....	38
3.3. Diagrama de flujo del proceso	39
3.3.1. Descripción del proceso de elaboración de mermelada.....	40
3.3.1.1. Recepción	40
3.3.1.2. Selección	40
3.3.1.3. Lavado.....	40
3.3.1.4. Pesado	40
3.3.1.5. Acondicionamiento	40
3.3.1.6. Inmersión en vinagre.....	40
3.3.1.7. Lavado.....	40
3.3.1.8. Escaldado	40
3.3.1.9. Pelado.....	41
3.3.1.10. Licuado	41
3.3.1.11. Pesado	41
3.3.1.12. Concentración	41
3.3.1.13 Envasado	41
3.3.1.14. Almacenamiento	41
3.4. Metodología para la obtención de resultados.....	41
3.4.1. Determinación del análisis fisicoquímico de la materia prima.....	41
3.4.2. Determinación del análisis microbiológico de la materia prima	42
3.5. Diseño experimental aplicado en la elaboración de mermelada de locoto	43
3.5.3. Diseño experimental en la etapa de inmersión del locoto en vinagre.....	43
3.5.4. Diseño experimental en la etapa de concentración	44
3.6. Evaluación sensorial	45
3.6.1. Evaluación sensorial preliminar para determinar la dosificación de ingredientes del producto	45
3.6.2. Evaluación sensorial inicial para determinar las propiedades organolépticas del producto elaborado	45
3.6.3. Evaluación sensorial para determinar la muestra final.....	45
3.7. Caracterización del producto final.....	45
3.7.1. Análisis fisicoquímico del producto final.....	46
3.7.2. Análisis microbiológico del producto final	46

CAPÍTULO IV

4.1.	Características fisicoquímicas y microbiológicas de la materia prima.....	47
4.1.1.	Características fisicoquímicas de la materia prima.....	47
4.1.2.	Características microbiológicas de la materia prima	47
4.2.	Caracterización de las variables en el proceso de elaboración de mermelada agridulce de locoto	47
4.2.1.	Análisis estadístico del diseño experimental aplicado en la etapa de inmersión de locoto en vinagre	48
4.2.1.1.	Análisis de varianza en la etapa de inmersión del locoto en vinagre.....	49
4.2.2.	Análisis estadístico del diseño experimental aplicado en la etapa de concentración	50
4.2.2.1.	Análisis de varianza en la etapa de concentración	50
4.3.	Evaluación sensorial.....	51
4.3.1.	Evaluación sensorial preliminar para determinar la dosificación del producto elaborado	51
4.3.1.1.	Evaluación sensorial preliminar del atributo color	52
4.3.1.2.	Evaluación sensorial preliminar del atributo sabor	54
4.3.1.3.	Prueba de Duncan de la evaluación sensorial preliminar del atributo sabor.....	56
4.3.1.4.	Evaluación sensorial preliminar del atributo olor.....	56
4.3.1.5.	Evaluación sensorial preliminar para el atributo textura	59
4.3.2.	Evaluación sensorial inicial para determinar las propiedades organolépticas del producto elaborado	61
4.3.2.1.	Evaluación sensorial inicial para el atributo color	61
4.3.2.2.	Prueba de Duncan de la evaluación sensorial inicial del atributo color	64
4.3.2.3.	Evaluación sensorial inicial para el atributo sabor	64
4.3.2.4.	Prueba de Duncan de la evaluación sensorial inicial del atributo sabor	67
4.3.2.5.	Evaluación sensorial inicial para el atributo textura	67
4.3.2.6.	Prueba de Duncan de la evaluación sensorial inicial del atributo textura.....	70
4.3.2.7.	Evaluación sensorial inicial para el atributo olor.....	70
4.3.2.8.	Prueba de Duncan de la evaluación sensorial inicial para el atributo olor	73
4.3.3.	Evaluación sensorial para elegir la muestra final	73
4.3.3.1.	Evaluación sensorial del atributo color para elegir la muestra final	74
4.3.3.2.	Evaluación sensorial del atributo sabor para elegir la muestra final	76
4.3.3.3.	Evaluación sensorial del atributo textura para elegir la muestra final	78
4.3.3.4.	Prueba de Duncan de la evaluación sensorial final del atributo textura	80
4.3.3.5.	Evaluación sensorial del atributo olor para elegir la muestra final.....	80

4.4.	Características fisicoquímicas y microbiológicas del producto final	82
4.4.1.	Características fisicoquímicas del producto final	83
4.4.2.	Características microbiológicas del producto final	84
4.5.	Balance de materia en el proceso de elaboración de mermelada agridulce de locoto	85
4.5.1.	Balance de materia en la etapa de acondicionamiento.....	86
4.5.2.	Balance de materia en la etapa de inmersión del locoto en vinagre	86
4.5.3.	Balance de materia en la etapa de escaldado	87
4.5.3.1.	Balance de materia parcial de agua en la etapa de escaldado	88
4.5.4.	Balance de materia en la etapa de pelado	89
4.5.5.	Balance de materia en la etapa de licuado	89
4.5.6.	Balance de materia en la etapa de concentración.....	90
4.5.6.1.	Balance de materia parcial de agua en la etapa de concentración	91
4.5.7.	Resumen del balance de materia	92
4.5.8.	Balance de energía en la etapa de escaldado	93
4.5.9.	Balance de energía en la etapa de concentración.....	95

CAPÍTULO V

5.1.	Conclusiones	100
5.2.	Recomendaciones	102
	Bibliografía	103
	Anexos	

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 2.1. Taxonomía del locoto.....	5
Tabla 2.2. Producción mundial de capsicum por año (miles de toneladas)	14
Tabla 2.3. Área cosechada de capsicum por año (miles de toneladas)	15
Tabla 2.4. La superficie actual de cultivo de ají en Bolivia.....	17
Tabla 2.5. Composición química del locoto.....	19
Tabla 2.6. Requisitos fisicoquímicos de la mermelada	25
Tabla 2.7. Algoritmo del diseño factorial 2^2	31
Tabla 2.8. Variación de factores en la etapa de inmersión.....	31
Tabla 2.9. Variación de factores en la etapa de concentración	32
Tabla 3.1. Especificaciones técnicas de la balanza analítica.....	34
Tabla 3.2. Especificaciones técnicas de la licuadora.....	35
Tabla 3.3. Especificaciones técnicas del refractómetro de bolsillo.....	36
Tabla 3.4. Especificaciones técnicas de la cocina industrial.....	37
Tabla 3.5. Material de laboratorio	38
Tabla 3.6. Análisis fisicoquímico de la materia prima.....	42
Tabla 3.7. Análisis microbiológico de la materia prima	42
Tabla 3.8. Variación de factores en la etapa de inmersión.....	43
Tabla 3.9. Diseño experimental en la etapa de inmersión	43
Tabla 3.10. Variación de factores en la etapa concentración	44
Tabla 3.11. Diseño experimental en la etapa de concentración	44
Tabla 3.12. Análisis fisicoquímico del producto final.....	46
Tabla 3.13. Análisis microbiológico del producto final.....	46
Tabla 4.1. Resultados del análisis fisicoquímico de la materia prima	47
Tabla 4.2. Resultados del análisis microbiológico de la materia prima	48
Tabla 4.3. Inmersión de locoto en vinagre	48
Tabla 4.4. Análisis de varianza en la inmersión del locoto en vinagre para el diseño factorial 2^2	49
Tabla 4.5. Matriz de resultados de variables en la etapa de concentración.....	50
Tabla 4.6. Análisis de varianza en la concentración para el diseño factorial 2^2 ...	50
Tabla 4.7. Evaluación sensorial preliminar para el atributo color	52
Tabla 2.1. Taxonomía del locoto	5
Tabla 2.2. Producción mundial de capsicum por año (miles de toneladas).....	14
Tabla 2.3. Área cosechada de capsicum por año (miles de toneladas)	15

Tabla 2.4. La superficie actual de cultivo de ají en Bolivia.....	17
Tabla 2.5. Composición química del locoto	19
Tabla 2.6. Requisitos fisicoquímicos de la mermelada.....	25
Tabla 2.7. Algoritmo del diseño factorial 2 ²	31
Tabla 2.8. Variación de factores en la etapa de inmersión	31
Tabla 2.9. Variación de factores en la etapa de concentración	32
Tabla 3.1. Especificaciones técnicas de la balanza analítica	34
Tabla 3.2. Especificaciones técnicas de la licuadora	35
Tabla 3.3. Especificaciones técnicas del refractómetro de bolsillo	36
Tabla 3.4. Especificaciones técnicas de la cocina industrial	37
Tabla 3.5. Material de laboratorio.....	38
Tabla 3.6. Análisis fisicoquímico de la materia prima	42
Tabla 3.7. Análisis microbiológico de la materia prima.....	42
Tabla 3.8. Variación de factores en la etapa de inmersión	43
Tabla 3.9. Diseño experimental en la etapa de inmersión	43
Tabla 3.10. Variación de factores en la etapa concentración.....	44
Tabla 3.11. Diseño experimental en la etapa de concentración	44
Tabla 3.12. Análisis fisicoquímico del producto final	46
Tabla 3.13. Análisis microbiológico del producto final	46
Tabla 4.1. Resultados del análisis fisicoquímico de la materia prima	47
Tabla 4.2. Resultados del análisis microbiológico de la materia prima.....	48
Tabla 4.3. Inmersión de locoto en vinagre.....	48
Tabla 4.4. Análisis de varianza en la inmersión del locoto en vinagre para el diseño factorial 2 ²	49
Tabla 4.5. Matriz de resultados de variables en la etapa de concentración	50
Tabla 4.6. Análisis de varianza en la concentración para el diseño factorial 2 ²	50
Tabla 4.7. Evaluación sensorial preliminar para el atributo color	52
Tabla 4.8. Análisis de varianza de la evaluación sensorial preliminar para el atributo color.....	53
Tabla 4.9. Evaluación sensorial preliminar para el atributo sabor.....	54
Tabla 4.10. Análisis de varianza de la evaluación sensorial preliminar para el atributo sabor	55
Tabla 4.11. Tabla de comparación entre medias para el atributo sabor.....	56
Tabla 4.12. Evaluación sensorial preliminar para el atributo olor.....	57
Tabla 4.13. Análisis de varianza de la evaluación sensorial preliminar del atributo olor	58

Tabla 4.14. Evaluación sensorial preliminar para el atributo textura	59
Tabla 4.15. Análisis de varianza de la evaluación sensorial preliminar del atributo textura.....	60
Tabla 4.16. Evaluación sensorial inicial para el atributo color.....	62
Tabla 4.17. Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial del atributo color.....	63
Tabla 4.18. Tabla de comparación entre medias para el atributo color	64
Tabla 4.19. Evaluación sensorial inicial para el atributo sabor	65
Tabla 4.20. Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial para el atributo sabor	66
Tabla 4.21. Tabla de comparación entre medias para el atributo sabor.....	67
Tabla 4.22. Evaluación sensorial inicial para el atributo textura	68
Tabla 4.23. Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial para el atributo textura.....	69
Tabla 4.24. Tabla de comparación entre medias para el atributo textura	70
Tabla 4.25. Evaluación sensorial inicial para el atributo olor.....	71
Tabla 4.26. Análisis de varianza de la evaluación sensorial inicial para el atributo olor	72
Tabla 4.27. Tabla de comparación entre medias para el atributo olor	73
Tabla 4.28. Evaluación sensorial final para el atributo color.....	74
Tabla 4.29. Análisis de varianza de la evaluación sensorial final para el atributo color.....	75
Tabla 4.30. Evaluación sensorial final para el atributo sabor	76
Tabla 4.31. Análisis de varianza de la evaluación sensorial final para el atributo sabor	77
Tabla 4.32. Evaluación sensorial final para el atributo textura.....	78
Tabla 4.33. Análisis de varianza de la evaluación sensorial final para el atributo textura.....	79
Tabla 4.34. Tabla de comparación entre medias para el atributo textura	80
Tabla 4.35. Evaluación sensorial final para el atributo olor	81
Tabla 4.36. Análisis de varianza de la evaluación sensorial final para el atributo olor	82
Tabla 4.37. Resultados del análisis fisicoquímicos del producto final	83
Tabla 4.38. Resultados del análisis microbiológicos del producto final.....	83

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Página

Gráfica 4.1. Evaluación sensorial preliminar para el tributo color	53
Gráfica 4.2. Evaluación sensorial preliminar para el tributo sabor	55
Gráfica 4.3. Evaluación sensorial preliminar para el tributo olor	58
Gráfica 4.4. Evaluación sensorial preliminar para el tributo textura	60
Gráfica 4.5. Evaluación sensorial inicial para el tributo color	63
Gráfica 4.6. Evaluación sensorial inicial para el tributo sabor.....	66
Gráfica 4.7. Evaluación sensorial inicial para el tributo textura	69
Gráfica 4.8. Evaluación sensorial inicial para el tributo olor.....	72
Gráfica 4.9. Evaluación sensorial final para el tributo color.....	75
Gráfica 4.10. Evaluación sensorial final para el tributo sabor.....	77
Gráfica 4.11. Evaluación sensorial final para el tributo textura.....	79
Gráfica 4.12. Evaluación sensorial final para el tributo olor	82

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1. Vista de la planta	6
Figura 2.2. Flores de locoto	7
Figura 2.3. Fruto de locoto	8
Figura 2.4. Variedades de locoto	11
Figura 2.5. Principales zonas productoras	18
Figura 2.6. Escala de scoville	21
Figura 3.1. Balanza analítica digital	34
Figura 3.2. Licuadora.....	35
Figura 3.3. Refractómetro.....	36
Figura 3.4. Cocina industrial	37
Figura 3.5. Materia prima e insumos.....	38
Figura 3.6. Diagrama de flujo del proceso	39
Figura 4.1. Balance de materia para el proceso de elaboración de mermelada agridulce de locoto	85
Figura 4.2. Balance en la etapa de acondicionamiento	86
Figura 4.3. Balance en la etapa de inmersión del locoto en vinagre	86
Figura 4.4. Balance en la etapa de escaldado.....	87
Figura 4.5. Balance en la etapa de pelado	89
Figura 4.6. Balance en la etapa de licuado.....	89
Figura 4.7. Balance en la etapa de concentración	90
Figura 4.8. Resumen del balance de materia en el proceso.....	92
Figura 4.21. Balance de energía en la etapa del escaldo	93
Figura 4.22. Balance de energía en la etapa de concentración.....	95

