

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



ELABORACIÓN DE INFUSION DE MUÑA

POR:

CINTHYA JISELA ANACHURI CABEZAS

Proyecto 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

SEPTIEMBRE, 2019

V° B°

.....
M.Sc. Ing. Ernesto R. Álvarez G.

**DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

.....
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro F.

**VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA**

.....
Ing. Jesús Zamora Gutiérrez

**DIRECTOR DPTO. DE
BIOTECNOLOGIA Y CIENCIAS DE
LOS ALIMENTOS**

.....
M.Sc. Ing. Erick Ramírez Ruiz

DOCENTE GUIA

.....
Ing. Luis Fernando Zenteno Benítez

TRIBUNAL CALIFICADOR

.....
Ing. Natividad Condori Villca

TRIBUNAL CALIFICADOR

.....
Ing. Weimar Torrejón Aguirre

TRIBUNAL CALIFICADOR

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

DEDICATORIA

A Dios por ser mi fortaleza espiritual, guía que ilumina mi camino para procurar ser cada día un mejor ser humano.

A mi madre que ha estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo, que ha sabido formarme con buenos hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi abuelita, hermanos, tíos y familia en general, que me ha brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco eternamente a Dios por haberme iluminado y permitirme seguir adelante, con sabiduría, paciencia y hacer realidad una más de mis aspiraciones.

A cada una de las personas que colaboraron con un granito de arena para que este proyecto se haga realidad, mi eterno agradecimiento por su incondicional apoyo y cooperación.

PENSAMIENTO

“La confianza en sí mismo es el primer secreto del éxito” (Ralph Waldo Emerson)

INDICE

	Pág.
CAPITULO I - INTRODUCCIÓN	
1.1	Antecedentes 1
1.2	Justificación 2
1.3	Objetivos 2
1.3.1	Objetivo general 2
1.3.2	Objetivos específicos 3
1.4	Variable independiente y dependiente 3
1.5	Planteamiento del problema 3
1.6	Formulación del problema 4
1.7	Hipótesis 4
CAPITULO II – MARCO TEÓRICO	
2.1	Origen de la muña 5
2.2	Descripción botánica de la planta de muña 5
2.3	Especies de muña 5
2.4	Clasificación taxonómica de la muña 6
2.5	Composición fisicoquímica de la muña 6
2.5.1	Propiedades nutricionales de la muña 7
2.6	Composición química de los aceites esenciales de la muña 8
2.6.1	Usos y aplicaciones de la muña 8
2.7	Infusión 9
2.7.1	Clasificación de las infusiones y sus utilidades 9
2.8	Secado 10
2.8.1	Secado por aire caliente 11
2.9	Tipos de secadores 11
2.9.1	Secador de bandejas 11

2.10	Contenido de humedad	12
2.10.1	Contenido de humedad absoluta en el aire	13
2.10.2	Contenido de humedad relativa.....	13
2.11	Psicrometría	13
2.11.1	Diagrama psicrométrico	14
2.12	Cinética del secado.....	14
2.12.1	Curva de secado	15
2.13	Proceso de secado en hierbas.....	16
2.14	Proceso de molienda.....	17
2.15	Reactivos químicos para evitar el pardeamiento enzimático	18
2.15.1	Ácido cítrico	18
2.15.2	Ácido ascórbico.....	18
2.15.3	Metabisulfito de sodio	18

CAPITULO III – MARCO METODOLÓGICO

3.1	Desarrollo de la parte experimental.....	19
3.2	Equipos de proceso, instrumentos de laboratorio y utensilios de cocina.....	19
3.2.1	Equipos de proceso.....	19
3.2.1.1	Secador de bandejas eléctrico	19
3.2.1.2	Generador de corriente de aire eléctrico	20
3.2.1.3	Procesador eléctrico de alimentos	21
3.2.1.4	Tamiz vibratorio tipo Ro-Tap	22
3.2.1.5	Selladora eléctrica manual	23
3.2.1.6	Balanza de humedad a infrarrojo	24
3.2.2	Instrumentos y material de laboratorio	25
3.2.2.1	Psicrómetro	25
3.2.2.2	Balanza de precisión digital	26
3.2.3	Material de laboratorio utilizado en el proceso de elaboración de infusión de muña	27

3.3	Reactivos químicos de grado alimenticio	28
3.4	Proceso en la elaboración de infusión de muña (<i>Minthostachys mollis</i>)	28
3.4.1	Descripción del diagrama de flujo para elaboración de infusión de muña	29
3.4.2	Recolección de muña fresca.....	30
3.4.3	Acondicionamiento	30
3.4.4	Lavado	30
3.4.5	Tratamiento químico y escurrido	30
3.4.6	Secado	31
3.4.7	Molienda.....	31
3.4.8	Tamizado	32
3.4.9	Envasado	32
3.5	Metodología utilizada para la obtención de resultados.....	32
3.5.1	Características físicas de la muña (<i>Minthostachys Mollis</i>).....	32
3.5.2	Análisis fisicoquímico de la muña (<i>Minthostachys Mollis</i>).....	33
3.5.3	Análisis especiales del aceite esencial de la muña	33
3.5.4	Análisis fisicoquímico del producto final.....	33
3.5.5	Análisis microbiológico del producto final.....	34
3.6	Evaluación sensorial.....	34
3.7	Diseño experimental.....	35
3.7.1	Diseño factorial	36
3.7.2	Diseño experimental en la etapa de secado de la muña factorial	36

CAPITULO IV – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Caracterización de la materia prima	38
4.1.1	Características físicas de la muña.....	38
4.1.2	Análisis fisicoquímico de la muña	38
4.2	Análisis especiales del contenido de aceites esenciales de la muña	39
4.3	Caracterización de las variables en el proceso para obtener infusión de muña ..	40

4.3.1	Elección del tratamiento químico aplicado a la muña	40
4.3.1.1	Análisis sensorial del atributo color para elegir el tipo de tratamiento químico	40
4.3.1.2	Análisis estadístico de la prueba de Duncan del atributo color para elegir el tipo de tratamiento químico	41
4.4	Diseño experimental aplicado en la etapa de secado para la elaboración de infusión de muña	42
4.5	Análisis sensorial en la etapa de secado de las muestras de muña	43
4.5.1	Evaluación sensorial del atributo color en la etapa de secado de las muestras de muña	44
4.5.2	Análisis estadístico del atributo color en la etapa de secado de las muestras de muña	45
4.5.3	Evaluación sensorial del atributo olor en la etapa de secado de las muestras de muña	45
4.5.4	Análisis estadístico del atributo olor en la etapa de secado de las muestras de muña	46
4.5.5	Evaluación sensorial del atributo apariencia en la etapa de secado de las muestras de muña	47
4.5.6	Análisis estadístico de la prueba de Duncan del atributo apariencia en la etapa de secado de las muestras de muña	48
4.6	Evaluación sensorial para elegir la muestra final de infusión de muña	49
4.6.1	Evaluación sensorial del atributo color para elegir muestra final de infusión de muña	50
4.6.2	Análisis estadístico de la prueba de Duncan del atributo color.....	50
4.6.3	Evaluación sensorial del atributo olor para elegir muestra final de infusión de muña	51
4.6.4	Análisis estadístico de la prueba de Duncan.....	52
4.6.5	Evaluación sensorial del atributo apariencia para elegir muestra final de infusión de muña	52
4.6.6	Análisis estadístico de la prueba de Duncan del atributo apariencia	53
4.7	Influencia del contenido de humedad en la etapa de secado de las muestras de muña	54
4.7.1	Influencia de la temperatura en el contenido de humedad de las muestras de muña	55

4.7.1.1	Variación del contenido de humedad con la temperatura, a Θ_1 (7 h) vs C_1 (hoja)	55
4.7.1.2	Variación del contenido de humedad con la temperatura, a Θ_2 (8 h) vs C_1 (hoja)	56
4.7.1.3	Variación del contenido de humedad con la temperatura, a Θ_1 (7 h) vs C_2 (hoja+tallo)	57
4.7.1.4	Variación del contenido de humedad con la temperatura, a Θ_2 (8 h) vs C_2 (hoja+tallo)	58
4.7.2	Influencia del tipo de corte en el contenido de humedad de las muestras de muña	59
4.7.2.1	Variación del contenido de humedad con el tipo de corte, a T_1 (40 °C) vs Θ_1 (7 h)	60
4.7.2.2	Variación del contenido de humedad con el tipo de corte, a T_1 (40 °C) vs Θ_2 (8 h)	61
4.7.2.3	Variación del contenido de humedad con el tipo de corte, a T_2 (50 °C) vs Θ_1 (7 h)	61
4.7.2.4	Variación del contenido de humedad con el tipo de corte, a T_2 (50 °C) vs Θ_2 (8 h)	62
4.7.3	Influencia del tiempo de secado en el contenido de humedad de las muestras de muña	64
4.7.3.1	Variación del contenido de humedad con el tiempo de secado, a T_1 (40 °C) vs C_1 (hoja).....	64
4.7.3.2	Variación del contenido de humedad con el tiempo de secado, a T_1 - C_1 constante	65
4.7.3.3	Variación del contenido de humedad con el tiempo de secado, a T_1 (40 °C) vs C_2 (hoja+tallo)	65
4.7.3.4	Variación del contenido de humedad con el tiempo de secado, a T_2 (50 °C) vs C_2 (hoja+tallo).....	66
4.8	Cinética de secado para la obtención de infusión de muña.....	67
4.9	Análisis de granulometría del producto seco (muña)	70
4.10	Caracterización del producto final	71
4.10.1	Evaluación sensorial para caracterizar los atributos de la infusión de muña	71
4.10.1.1	Análisis estadístico de los atributos de la infusión de muña.....	71

4.10.2	Prueba de rendimiento de la infusión de muña	72
4.10.3	Caracterización fisicoquímica de la infusión de muña	73
4.11	Caracterización microbiológica de la infusión de muña.....	74
4.12	Balance de materia en el proceso de obtención de infusión de muña	74
4.12.1	Balance de materia en la etapa de acondicionamiento	76
4.12.2	Balance de materia en la etapa de lavado	77
4.12.3	Balance de materia en la etapa del tratamiento químico	78
4.12.4	Balance de materia en la etapa de escurrido	80
4.12.5	Balance de materia en la etapa de secado	81
4.12.6	Balance de materia en la etapa de molienda	83
4.12.7	Balance de materia en la etapa de envasado	84
4.13	Resumen general del balance de materia en el proceso de obtención de infusión de muña	85
4.14	Rendimiento en el proceso de obtención de infusión de muña	86
4.15	Balance de energía en la etapa de secado para obtener infusión de muña	87

CAPITULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	89
5.2	Recomendaciones.....	91

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1	Secador de bandejas	6
Cuadro 2.2	Clasificación taxonómica de la muña	6
Cuadro 2.3	Clasificación de las infusiones y sus utilidades	10
Cuadro 2.4	Tipos de secadores y productos en los que son utilizados	11
Cuadro 3.1	Especificaciones técnicas del secador de bandejas eléctrico	20
Cuadro 3.2	Especificaciones técnicas del generador de corriente de aire	21
Cuadro 3.3	Especificaciones técnicas del procesador eléctrico de alimentos	22
Cuadro 3.4	Especificaciones técnicas del tamiz vibratorio tipo Ro-Tap	23
Cuadro 3.5	Especificaciones técnicas de la selladora eléctrica	24
Cuadro 3.6	Especificaciones técnicas balanza de humedad a infrarrojo	25
Cuadro 3.7	Especificaciones técnicas del psicrómetro	26
Cuadro 3.8	Especificaciones técnicas de la balanza analítica digital	27

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Composición fisicoquímica de la muña	7
Tabla 2.2	Composición química de aceites esenciales de la muña	8
Tabla 3.1	Material de laboratorio utilizado para la elaboración de infusión de muña	27
Tabla 3.2	Reactivos químico de grado alimenticio	28
Tabla 3.3	Caracterización física de la muña	32
Tabla 3.4	Parámetros y técnicas de la muña (<i>Minthostachys mollis</i>).....	33
Tabla 3.5	Análisis del contenido de aceites esenciales de la muña.....	34
Tabla 3.6	Parámetros y técnicas del producto final	34
Tabla 3.7	Análisis microbiológico del producto final	34
Tabla 3.8	Métodos de análisis microbiológicos del producto terminado	38
Tabla 3.9	Niveles de variación de las variables en el proceso de secado de infusión de muña.....	36
Tabla 3.10	Diseño factorial de la matriz de variables para el proceso de secado de muña	37

Tabla 4.1 Características físicas de la muña	38
Tabla 4.2 Características fisicoquímicas de la muña	39
Tabla 4.3 Análisis del contenido de aceites esenciales de la muña.....	39
Tabla 4.4 Prueba de Duncan del atributo color.....	41
Tabla 4.5 Porcentaje de humedad en base seca para la etapa de secado	42
Tabla 4.6 Análisis de varianza en la etapa de secado de las muestras de muña en un diseño 2 ³	43
Tabla 4.7 Muestras de muña para el análisis sensorial.....	44
Tabla 4.8 Análisis de varianza del atributo color en la etapa de secado	45
Tabla 4.9 Análisis de varianza del atributo olor en la etapa de secado	46
Tabla 4.10 Prueba de Duncan del atributo apariencia.....	48
Tabla 4.11 Prueba de Duncan del atributo color.....	51
Tabla 4.12 Prueba de Duncan del atributo olor	52
Tabla 4.13 Prueba de Duncan del atributo apariencia.....	54
Tabla 4.14 Variación del contenido de humedad y velocidad del secado para obtención de infusión de muña.....	68
Tabla 4.15 Análisis de varianza de los atributos de la infusión de muña	72
Tabla 4.16 Parámetros fisicoquímicos de la infusión de muña	73
Tabla 4.17 Parámetros microbiológicos de la infusión de muña	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Secador de bandejas	12
Figura 2.2 Diagrama psicométrico.....	14
Figura 2.3 Curva de secado	16
Figura 3.1 Secador de bandejas eléctrico	19
Figura 3.2 Generador de corriente de aire eléctrico	20
Figura 3.3 Procesador eléctrico de alimentos	21
Figura 3.4 Tamiz vibratorio tipo Ro-Tap	22
Figura 3.5 Selladora eléctrica	23

Figura 3.6	Balanza de humedad a infrarrojo	24
Figura 3.7	Psicrómetro	25
Figura 3.8	Balanza analítica digital.....	26
Figura 3.9	Proceso en la elaboración de infusión de muña	29
Figura 4.1	Resultados de la evaluación sensorial del atributo color para elegir el tratamiento químico.....	41
Figura 4.2	Valores promedios del atributo color	44
Figura 4.3	Valores promedios del atributo olor	46
Figura 4.4	Valores promedios del atributo apariencia	47
Figura 4.5	Valores promedios del atributo color	50
Figura 4.6	Valores promedios del atributo olor	51
Figura 4.7	Valores promedios del atributo apariencia	53
Figura 4.8	Variación del contenido de humedad con la temperatura, a Θ_1 (7 h) vs C_1 (hoja).....	56
Figura 4.9	Variación del contenido de humedad con la temperatura, a Θ_2 (8h) vs C_1 (hoja).....	57
Figura 4.10	Variación del contenido de humedad con la temperatura a Θ_1 (7h) vs C_2 (hoja+tallo)	58
Figura 4.11	Variación del contenido de humedad con la temperatura a Θ_2 (8 h) vs C_2 (hoja+tallo)	59
Figura 4.12	Variación del contenido de humedad con el tipo de corte, a T_1 (40°C) vs Θ_1 (7h)	60
Figura 4.13	Variación del contenido de humedad con el tipo de corte, a T_1 (40 °C) vs Θ_2 (8h)	61
Figura 4.14	Variación del contenido de humedad con el tipo de corte, a T_2 (50°C) vs Θ_1 (7h)	62
Figura 4.15	Variación del contenido de humedad con el tipo de corte, a T_2 (50°C) vs Θ_2 (8h)	63
Figura 4.16	Variación del contenido de humedad con el tiempo, a T_1 (40 °C) vs C_1 (hoja)	64
Figura 4.17	Variación del contenido de humedad con el tiempo, a T_2 (50 °C) vs C_1 (hoja).....	65

Figura 4.18	Variación del contenido de humedad con el tiempo, a T_1 (40 °C) vs C_2 (hoja+tallo)	66
Figura 4.19	Variación del contenido de humedad con el tiempo, a T_2 (50 °C) vs C_2 (hoja+tallo)	67
Figura 4.20	Cinética en la operación de secado para obtención de infusión de muña	69
Figura 4.21	Granulometría de la infusión de muña.....	70
Figura 4.22	Valores promedios de los atributos sensoriales.....	71
Figura 4.23	Prueba de rendimiento de la infusión de muña	73
Figura 4.24	Balance de materia en el proceso de obtención de infusión de muña.....	75
Figura 4.25	Acondicionamiento de la materia prima.....	76
Figura 4.26	Lavado de las muestras de muña.....	78
Figura 4.27	Tratamiento químico de las muestras de muña	79
Figura 4.28	Solución de ácido cítrico al 1%	79
Figura 4.29	Escurrido de las muestras de muña	80
Figura 4.30	Secado de las muestras de muña	81
Figura 4.31	Molienda de las muestras de muña.....	83
Figura 4.32	Envasado de las muestras de muña seca	85
Figura 4.33	Resumen general del balance de materia en el proceso de obtención de infusión de muña.....	86
Figura 4.34	Balance de energía en la etapa de secado	87

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO III
DISEÑO EXPERIMENTAL

CAPÍTULO IV
CÁLCULOS Y RESULTADOS

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES