

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



OBTENCIÓN DE UVA DESHIDRATADA VARIEDAD
MOSCATEL DE TARIJA MEDIANTE DESHIDRATACIÓN
OSMÓTICA

Por:

NAHIR LÓPEZ CANAZA

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.

Diciembre de 2025

TARIJA-BOLIVIA

MSc. Ing. MARCELO SEGOVIA
DECANO

MSc. Ing. FERNADO ERICK CORTES
VICEDECANO

MSc. Ing. RENE EMILIO MICHEL CORTES

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. GUSTAVO MORENO TRIBUNAL

Ing. ERICK RAMÍREZ TRIBUNAL

Ing. MIGUEL VARGAS TRIBUNAL

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.

Dedico este trabajo a mi familia, mi madre que siempre me brindó su apoyo incondicional, mi padre y hermanos por acompañarme y darme ánimos, y a los docentes por su guía y buenos consejos.

Siembra un acto y cosecharás un
hábito.

Siembra un hábito y cosecharás un
carácter.

Siembra un carácter y cosecharás un
destino.

ÍNDICE

	Página
Advertencia.....	i
Dedicatoria.....	ii
Pensamiento.....	iii
Simbología.....	xvi
Glosario.....	xviii
Resumen.....	xx

INTRODUCCIÓN

Antecedentes	1
Objetivos	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
Justificación.....	7
Justificación tecnológica	7
Justificación económica	8
Justificación social	9
Justificación ambiental.....	9
Justificación personal.....	9

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1	Definición de uva	10
1.2	Descripción de la uva	10
1.3	Composición nutricional de la uva Moscatel	11

1.4	Características de la uva Moscatel	12
1.5	Taxonomía de la uva Moscatel de Tarija	13
1.6	Definición de uva deshidratada	14
1.7	Composición nutricional de uva deshidratada variedad Moscatel	14
1.8	Características de uva deshidratada variedad Moscatel	15
1.9	Humedad.....	16
1.10	Comportamiento del alimento en función de su actividad de agua.....	17
1.11	Fundamentos de las operaciones tecnológicas aplicadas en la elaboración de uva deshidratada Moscatel	18
1.11.1	Escaldado en frutas.....	18
1.11.2	Deshidratación osmótica en frutas.....	19
1.11.2.1	Principios fisicoquímicos del proceso	19
1.11.2.2	Factores que afectan la deshidratación osmótica en frutas.....	20
1.11.2.3	Efectos de la deshidratación osmótica en frutas.....	23
1.11.3	Secado de frutas.....	24
1.11.3.1	Cambio de propiedades físicas producidas por el secado	24
1.11.3.2	Técnicas de eliminación de agua en la industria alimentaria	24

CAPÍTULO II

PARTE EXPERIMENTAL

2.1	Lugar de ejecución de la parte experimental.....	27
2.2	Enfoque de la investigación.....	27
2.3	Diseño factorial	27
2.3.1	Diseño factorial 2 ³	27
2.3.1.1	Análisis de los efectos	29

2.4	Diseño factorial en la etapa de deshidratación osmótica de la uva Moscatel de Tarija	30
2.4.1	Cálculo del número de experimentos para la deshidratación osmótica de la uva Moscatel	30
2.4.2	Variables y niveles establecidos en la etapa de deshidratación osmótica de la uva Moscatel	31
2.4.2.1	Variables independientes.....	31
2.4.2.2	Variables dependientes.....	32
2.5	Materia prima e insumos utilizados para la obtención de uva deshidratada Moscatel	32
2.5.1	Materia prima.....	32
2.5.2	Reactivos.....	33
2.5.3	Agua destilada.....	33
2.5.4	Sacarosa y glucosa.....	33
2.6	Equipo, materiales de laboratorio y utensilios utilizados para la obtención de uva deshidratada Moscatel	34
2.6.1	Equipos	34
2.6.2	Materiales de laboratorio.....	37
2.6.3	Utensilios.....	38
2.7	Diagrama de bloques del proceso de elaboración de uva deshidratada Moscatel.....	39
2.8	Descripción del proceso de elaboración de uva deshidratada Moscatel.....	41
2.8.1	Selección de la uva	41
2.8.2	Lavado de la uva	42
2.8.3	Pretratamiento de la uva	42

2.8.3.1	Permeabilización de la uva.....	43
2.8.3.2	Neutralización de la uva.....	44
2.8.4	Troceado y pesaje de la uva.....	44
2.8.5	Inmersión de la uva en jarabe (solución osmótica) de sacarosa-glucosa.....	45
2.8.5.1	Preparación de la solución osmótica.....	45
2.8.5.2	Tiempo de inmersión de la uva en la solución osmótica.....	51
2.8.6	Extracción y pesaje de la uva.....	52
2.8.7	Secado de la uva.....	54
2.8.8	Envasado de la uva.....	55

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1	Caracterización de la uva Moscatel.....	56
3.1.1	Análisis físico de la uva Moscatel.....	56
3.1.2	Análisis fisicoquímico de la uva Moscatel.....	57
3.1.3	Análisis microbiológico de la uva Moscatel	59
3.2	Análisis de pérdida de peso en la uva Moscatel durante la deshidratación osmótica	61
3.2.1	Resultados de pérdida de peso en la uva durante la deshidratación osmótica para los experimentos con factor tiempo de 4 horas.....	62
3.2.2	Resultados de pérdida de peso en la uva durante la deshidratación osmótica para los experimentos con factor tiempo de 6 horas.....	63
3.3	Análisis de los grados Brix en el jarabe durante la deshidratación osmótica.	65
3.3.1	Resultados de los grados Brix en el jarabe durante la deshidratación osmótica para los experimentos con factor tiempo de 4 horas	66

3.3.2	Resultados de los grados Brix del jarabe durante la deshidratación osmótica para los experimentos con factor tiempo de 6 horas	67
3.4	Diagrama de flujo general del balance de materia para el proceso de obtención de uva deshidratada Moscatel	69
3.4.1	Balance de materia en la etapa de selección y lavado de la uva	71
3.4.2	Balance de materia en la etapa de troceado y pesaje de la uva	72
3.4.3	Balance de materia en la etapa de deshidratación osmótica de la uva	74
3.4.3.1	Balance de materia parcial de agua en la etapa de deshidratación osmótica de la uva.....	75
3.4.3.2	Balance de materia parcial de sólidos en la etapa de deshidratación osmótica de la uva.....	80
3.4.4	Balance de materia en la etapa de secado de la uva deshidratada osmóticamente	82
3.4.5	Resumen general del balance de materia para la elaboración de uva deshidratada Moscatel	87
3.5	Balance de energía para la obtención de uva deshidratada Moscatel	89
3.5.1	Determinación de la capacidad calorífica de la uva Moscatel de Tarija	90
3.5.2	Balance de energía para la etapa de permeabilización de la uva..	91
3.5.3	Balance de energía en la etapa de deshidratación osmótica de la uva	95
3.5.4	Balance de energía en la etapa de secado de la uva	99
3.5.5	Calor total requerido para la obtención de uva deshidratada Moscatel	102
3.5.6	Consumo de energía total para la obtención de uva deshidratada Moscatel.....	103
3.6	Resultados del diseño factorial 2^3 en la etapa de deshidratación osmótica de la uva Moscatel	104

3.6.1	Resultados de la variable respuesta pérdida de agua en la uva durante la deshidratación osmótica.....	105
3.6.2	Análisis estadístico de la variable respuesta pérdida de agua en la uva durante la deshidratación osmótica.....	106
3.6.3	Resultados de la variable respuesta ganancia de sólidos en la uva durante la deshidratación osmótica.....	110
3.6.4	Análisis estadístico de la variable respuesta ganancia de sólidos en la uva durante la deshidratación osmótica.....	111
3.7	Evaluación sensorial del producto obtenido uva deshidratada Moscatel de Tarija	115
3.8	Curva de secado de la uva Moscatel deshidratada osmóticamente.....	124
3.9	Caracterización del producto final uva deshidratada Moscatel	126
3.9.1	Análisis fisicoquímico de la uva deshidratada Moscatel.	126
3.9.2	Análisis microbiológico de la uva deshidratada Moscatel.....	128

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones.....	130
4.2	Recomendaciones	132

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias Bibliográficas	133
----------------------------------	-----

ANEXOS

Anexo A: Variedades cultivadas en los valles de Tarija

Anexo B: Valores obtenidos durante la elaboración de uva deshidratada Moscatel

Anexo C: Analisis de laboratorio

Anexo D: Norma para las Uvas Pasas Cxs 67-1981

Anexo E: Análisis Sensorial

Anexo F: Imágenes de pruebas preliminares

ÍNDICE DE TABLA

		Página
Tabla I - 1	Información nutricional y energética de la uva Moscatel	12
Tabla I - 2	Conposición de la uva deshidratada Moscatel.....	15
Tabla I - 3	Actividad de agua y crecimiento de microorganismos en los alimentos.....	18
Tabla I - 4	Funciones del agente osmótico.....	22
Tabla II - 1	Factores y niveles del diseño experimental 2 ³	28
Tabla II - 2	Matriz ampliada de un diseño 2 ³ junto con la columna de respuestas	30
Tabla II - 3	Valores numéricos de los factores para el nivel superior e inferior	31
Tabla II - 4	Valor de los factores utilizados en cada experimento para la deshidratación osmótica siguiendo un diseño factorial 2 ³	32
Tabla II - 5	Reactivos utilizados en la obtención de uva deshidratada Moscatel...	33
Tabla II - 6	Solutos de la solución osmótica para la obtención de uva deshidratada Moscatel	34

Tabla II - 7	Material de laboratorio utilizado para la obtención de uva deshidratada Moscatel	38
Tabla II - 8	Utensilios utilizados en la obtención de uva deshidratada Moscatel ..	39
Tabla II - 9	Valor de masas de acuerdo a la proporción fruta/jarabe en la deshidratación osmótica	46
Tabla II - 10	Concentraciones del jarabe en la deshidratación osmótica	46
Tabla II - 11	Masa en gramos de soluto para las 4 combinaciones utilizadas en los experimentos	47
Tabla II - 12	Masa en gramos de cada componente presente en el jarabe.....	49
Tabla II - 13	Tiempo de inmersión de la uva para la deshidratación osmótica.....	51
Tabla II - 14	Mediciones realizadas a las 8 combinaciones y sus réplicas durante la deshidratación osmótica de la uva Moscatel	53
Tabla III - 1	Métodos y técnicas del análisis físico de la uva Moscatel	56
Tabla III - 2	Análisis físico de la uva Moscatel	57
Tabla III - 3	Métodos y técnicas del análisis fisicoquímico de la uva Moscatel	58
Tabla III - 4	Análisis fisicoquímico de la uva Moscatel.....	59
Tabla III - 5	Métodos y técnicas del análisis microbiológico de la uva Moscatel..	60
Tabla III - 6	Análisis microbiológico de la uva Moscatel	60
Tabla III - 7	Ocho combinaciones realizadas en la deshidratación osmótica.....	61
Tabla III - 8	Resultados de la pérdida de peso en la uva durante la deshidratación osmótica para los experimentos con el factor tiempo de 4 horas	62
Tabla III - 9	Resultados de la pérdida de peso en la uva durante la deshidratación osmótica para los experimentos con factor tiempo de 6 horas.....	64
Tabla III - 10	Resultados de la concentración del jarabe durante la deshidratación osmótica para los experimentos con factor tiempo de 4 horas.....	66

Tabla III - 11 Resultados de la concentración del jarabe durante la deshidratación osmótica para los experimentos con factor tiempo de 6 horas.....	68
Tabla III - 12 Capacidades caloríficas de los constituyentes de la uva.....	90
Tabla III - 13 Composición fisicoquímica de la uva Moscatel de Tarija.....	90
Tabla III - 14 Calores específicos del agua, vidrio y uva.....	92
Tabla III - 15 Calor específico y latente de agua, sacarosa y glucosa	95
Tabla III - 16 Composición fisicoquímica de la uva Moscatel de Tarija deshidratada osmóticamente.....	100
Tabla III - 17 Condiciones de trabajo en función de las variables independientes de los 16 experimentos realizados en la deshidratación osmótica	105
Tabla III - 18 Resultados de pérdida de agua en la deshidratación osmótica de la uva	106
Tabla III - 19 Análisis de varianza para porcentaje de pérdida de agua	107
Tabla III - 20 Resultados de ganancia de sólidos en la deshidratación osmótica de la uva	111
Tabla III - 21 Análisis de varianza para porcentaje de ganancia de sólidos en la deshidratación osmótica de la uva	112
Tabla III - 22 Escala hedónica	116
Tabla III - 23 Calificaciones promedio del análisis sensorial para el atributo color	117
Tabla III - 24 Análisis estadístico de varianza para el atributo color	118
Tabla III - 25 Calificaciones promedio del análisis sensorial para el atributo sabor	119
Tabla III - 26 Análisis estadístico de varianza para el atributo sabor	120

Tabla III - 27 Calificaciones promedio del análisis sensorial para el atributo textura	121
Tabla III - 28 Análisis estadístico de varianza para el atributo textura	122
Tabla III - 29 Calificaciones promedio del análisis sensorial para el atributo olor .	122
Tabla III - 30 Análisis estadístico de varianza para el atributo olor	123
Tabla III - 31 Resultados promedio del análisis sensorial para las ocho muestras de uva deshidratada	124
Tabla III - 32 Resultados de humedad de la uva en base seca	126
Tabla III - 33 Métodos y técnicas del análisis fisicoquímico de la uva deshidratada Moscatel	127
Tabla III - 34 Análisis fisicoquímico de la uva deshidratada Moscatel.....	128
Tabla III - 35 Métodos y técnicas del análisis microbiológico de la uva deshidratada Moscatel	129
Tabla III - 36 Análisis microbiológico de la uva deshidratada Moscatel	129

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Balance mundial de la uva en 2021	2
Figura 2 Desglose de la producción de uvas pasas en 2021	3
Figura 3 Desglose del consumo de uvas pasas en 2021	4
Figura 4 Superficie de uva cultivada en Bolivia por departamentos	6
Figura 1 - 1 Partes de la uva	11
Figura 1 - 2 Uva Moscatel	13
Figura 1 - 3 Uva deshidratada Moscatel de Alejandría	16

Figura 1 - 4	Esquema de un secador de horno o estufa.....	25
Figura 2 - 1	Vista geométrica de las ocho combinaciones.....	29
Figura 2 - 2	Características del refractómetro digital.....	35
Figura 2 - 3	Características de la balanza digital	35
Figura 2 - 4	Características del agitador magnético.....	36
Figura 2 - 5	Características del secador infrarrojo	36
Figura 2 - 6	Características de la estufa Digiheat.....	37
Figura 2 - 7	Características del sellador PFS-200	37
Figura 2 - 8	Diagrama de bloques del proceso de elaboración de uva deshidratada Moscatel	40
Figura 2 - 9	Separación de los granos de uva para la obtención de uva deshidratada.....	42
Figura 2 - 10	Lavado de los granos de uva seleccionados para la obtención de uva deshidratada.....	42
Figura 2 - 11	Troceado y pesado de la uva para la deshidratación osmótica.....	45
Figura 2 - 12	Preparación de la solución osmótica	49
Figura 2 - 13	Inmersión de la uva en el jarabe	50
Figura 2 - 14	Extracción y pesaje después de la deshidratación osmótica.....	52
Figura 2 - 15	Secado en estufa de la uva Moscatel deshidrata osmóticamente.....	54
Figura 2 - 16	Envasado del producto final uva deshidratada Moscatel.....	55
Figura 3 - 1	Variación del peso de la uva con respecto al tiempo para los experimentos con factor tiempo de 4 horas	63
Figura 3 - 2	Variación del peso de la uva con respecto al tiempo para los experimentos con factor tiempo de 6 horas.....	65

Figura 3 - 3	Variación de la concentración del jarabe con respecto al tiempo para los experimentos con factor tiempo de 4 horas	67
Figura 3 - 4	Variación de la concentración del jarabe con respecto al tiempo para los experimentos con factor tiempo de 6 horas	69
Figura 3 - 5	Diagrama de flujo general del balance de materia para el proceso de obtención de uva deshidratada Moscatel	70
Figura 3 - 6	Balance de materia en la etapa de selección de la uva	71
Figura 3 - 7	Balance de materia en la etapa de troceado y pesaje de la uva	73
Figura 3 - 8	Balance de materia global en la etapa de deshidratación osmótica de la uva	74
Figura 3 - 9	Balance de materia parcial para agua en la etapa de deshidratación osmótica	76
Figura 3 - 10	Balance de sólidos en la etapa de deshidratación osmótica de la uva ..	80
Figura 3 - 11	Balance de materia en la etapa de secado de la uva deshidratada osmóticamente	82
Figura 3 - 12	Balance de agua en el secado de la uva deshidrada osmóticamente ...	84
Figura 3 - 13	Balance de sólidos en la etapa de secado de la uva deshidratada osmóticamente	85
Figura 3 - 14	Resumen general del balance de materia para la elaboración de uva deshidratada Moscatel	88
Figura 3 - 15	Diagrama de Pareto estandarizado para porcentaje de pérdida de agua.....	108
Figura 3 - 16	Gráfica de efectos principales para porcentaje de pérdida de agua...	109
Figura 3 - 17	Gráfica de interacción para porcentaje de pérdida de agua	110
Figura 3 - 18	Diagrama de Pareto estandarizado para porcentaje de ganancia de sólidos.....	113

Figura 3 -19	Gráfica de efectos principales para porcentaje de ganancia de sólidos.....	114
Figura 3 – 20	Gráfica de interacción para porcentaje de ganancia de sólidos.....	115
Figura 3 – 21	Resultados promedio del análisis sensorial para el atributo color.....	118
Figura 3 - 22	Resultados promedio del análisis sensorial para el atributo sabor	119
Figura 3 - 23	Resultados promedio del análisis sensorial para el atributo textura..	121
Figura 3 - 24	Resultados promedio del análisis sensorial para el atributo olor	123
Figura 3 - 25	Variación de la humedad de uva en base seca con respecto al tiempo.....	126

SIMBOLOGÍA Y ABREVIATURAS

%	Porcentaje
<	Menor que
°C	Grados Centígrados
°Brix	El Brix es una medida de la cantidad de sólidos disueltos que hay en un líquido
a_w	Actividad de agua.
Cal	Calorías
DO	Deshidratación Osmótica
Fracc.	Fracción
g	Gramos
GL	Grados de Libertad
HRE	Humedad relativa en el equilibrio
ISO	Organización Internacional de Normalización
Kcal	Kilocalorías
W	Watt o Vatio
Kwh	Kilovatio hora
Lt.	Litro
mcg	Microgramos
mg	Miligramos
NaOH	Hidróxido de sodio
NB	Norma Boliviana
p	Presión parcial de vapor de agua en un alimento a una temperatura T.

p^0	Presión de vapor de saturación del agua pura a la misma temperatura T.
Pond.	Ponderación
SAC	Secado de aire caliente
UFC/g	Unidades Formadoras de Colonias por gramo
$\bar{x}$	Valor promedio de los resultados