

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

DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DEL ARÁNDANO

POR:

Pablo Antonio Jijena Arroyo

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 2017

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a Dios quien supo darme salud y fortaleza para seguir adelante y poder alcanzar mis objetivos, y a mi familia con todo mi cariño y amor, especialmente a mis padres Edwin y Esther por su incondicional apoyo, amor y comprensión en cada momento de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto para ayudarme a cumplir este sueño anhelado.

A mis padres por su dedicación, ejemplo de perseverancia y fe en la vida por estar siempre a mi lado.

A mi hermana María Fernanda por todo su amor, cariño, comprensión y demostrarme que siempre puedo contar con ella y a toda mi familia quien me apoya incondicionalmente.

A todos mis docentes y compañeros que me colaboraron, brindándome su apoyo, tiempo y dedicación.

Al tribunal calificador por sus observaciones acertadas y críticas realizadas durante la elaboración de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

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

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES	1
OBJETIVOS.....	5
OBJETIVO GENERAL	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Importancia del arándano	7
2.2. Características del arándano	8
2.3. Clases de arándanos	10
2.3.1. Arándano alto (Highbush)	10
2.3.2. Arándano “ojo de conejo” (Rabbiteye)	11
2.3.3. Arándano bajo (Lowbush)	11
2.3.4. Vaccinium macrocarpon o Cranberry	12
2.4. Conservación de frutos a través de la deshidratación	13
2.5. Alteraciones en los alimentos deshidratados	14
2.5.1. Textura.....	14

2.5.2. Aroma	14
2.5.3. Color	14
2.5.4. Valor nutritivo	15
2.6. Proceso de deshidratación osmótica.....	15
2.6.1. Ósmosis	15
2.6.2. Deshidratación osmótica.....	17
2.7. Factores que afectan a la deshidratación osmótica	18
2.7.1. Factores intrínsecos	18
2.7.2. Factores extrínsecos	19
2.7.2.1. Temperatura	19
2.7.2.2. Tiempo del proceso	20
2.7.2.3. Relación solución osmótica-alimento.....	20
2.7.2.4. Agitación.....	21
2.7.2.5. Geometría y tamaño del producto	21
2.7.2.6. Presión	23
2.7.2.7. Concentración de la solución osmótica	24
2.7.2.8. pH	25
2.8. Comportamiento microbiano en función de la a_w del alimento.....	25
2.9. Ventajas de la deshidratación osmótica.....	27
2.10. Desventajas de la deshidratación osmótica.....	28
2.11. Secado por aire caliente.....	28
2.12. Agente osmótico	30
2.13. Proceso de deshidratación osmótica en frutas	33

CAPÍTULO III

PARTE EXPERIMENTAL

3.1. Materia prima.....	37
3.2. Insumos.....	39
3.2.1. Azúcar blanca.....	39
3.3. Caracterización de la materia prima.....	39
3.3.1. Características físicas	39
3.3.2. Características fisicoquímicas.....	41
3.4. Diseño experimental.....	43
3.4.1. Variables respuesta.....	44
3.4.2. Número de combinaciones	44
3.5. Materiales y equipos utilizados.....	45
3.5.1. Materiales	45
3.5.2. Material de laboratorio	46
3.5.3 Equipos de proceso.....	46
3.5.3.1. Baño maría	46
3.5.3.2. Refractómetro.....	46
3.5.3.3. Balanza analítica electrónica.....	46
3.5.3.4. Calentador magnético	47
3.5.3.5. Potenciómetro	47
3.5.3.6. Secador infrarrojo.....	48
3.5.3.7. Estufa de bandejas	48
3.5.3.8. Envasadora al vacío	48
3.6. Descripción del proceso de deshidratación osmótica.....	48

3.6.1. Selección y clasificación	50
3.6.2. Lavado	51
3.6.3. Trozado.....	51
3.6.4. Pesado.....	53
3.6.5. Escaldado	53
3.6.6. Preparación de la solución osmótica	55
3.6.7. Deshidratación osmótica.....	56
3.6.8. Lavado y escurrido	63
3.6.9. Secado.....	65
3.6.10. Envasado al vacío	78
3.6.10.1. Beneficios del empaque al vacío	80
3.6.10.2. Inconvenientes del empaque al vacío	80
3.7. Control de calidad del producto obtenido	80
3.7.1. Evaluación sensorial del producto	81
3.8. Diagrama de flujo (escala experimental).....	87
3.9. Balance de materia y energía.....	92
3.9.1. Balance de materia	92
3.9.2. Balance de energía	108

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Fase experimental	113
4.1.1. Datos experimentales del proceso de deshidratación osmótica del arándano	113
4.1.2 Determinación de la humedad	123
4.1.2.1. Humedad del producto osmodeshidratado.....	123

4.1.2.2. Humedad del producto osmodeshidratado seco	123
4.1.2.3. Porcentaje de humedad removido	125
4.1.3. Masa de agua removida	127
4.2. Análisis fisicoquímicos de la materia prima.....	129
4.3. Análisis del producto final.....	130
4.3.1. Análisis fisicoquímicos del producto final	130
4.3.2. Análisis microbiológico del producto final	131
4.4. Análisis fisicoquímicos del producto importado	131
4.5. Análisis estadístico del diseño experimental	134
4.5.1. Análisis de varianza.....	134
4.5.1.1. Cálculo de análisis de varianza para la pérdida de agua (WL)	135
4.5.1.2. Cálculo de análisis de varianza para la reducción de peso (WR)	138
4.5.1.3. Cálculo de análisis de varianza para la ganancia de soluto (SG).....	141

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENCACIONES

5.1 Conclusiones.....	145
5.2 Recomendaciones.....	147

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA	149
--------------------	-----

ANEXOS

ANEXO I ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS
ANEXO II TÉCNICA DE ANÁLISIS
ANEXO III EQUIPOS DE PROCESO
ANEXO IV TEST DE ANÁLISIS SENSORIAL
ANEXO V NORMA SANITARIA
ANEXO VI FOTOGRAFÍAS