

INDICE

CAPITULO I: INTRODUCCION	2
1.1 ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN.....	2
1.2 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	2
1.3 SOLUCION PROPUESTA	3
1.4 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.6 ALCANCES	3
1.7 METODOLOGIA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS	4
1.8 RESULTADOS ESPERADOS.....	4
1.9 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO.....	5
CAPITULO II: ASPECTOS TEÓRICOS	6
2.1 PROCESOS DE EVAPORACIÓN PARA CONCENTRACIÓN DE JUGOS.....	7
2.1.1 Evaporador de un solo paso	7
2.1.2 Evaporadores de circulación	8
2.1.3 Evaporador de múltiple efecto	8
2.2 PROCESOS DE MEMBRANAS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS	9
2.3 APLICACIÓN EN ALIMENTACIÓN	9
2.4 TIPOS DE PROCESOS DE MEMBRANAS UTILIZADOS PARA LA FILTRACIÓN DE JUGOS.....	10
2.4.1 Osmosis inversa.....	10
2.4.2 Osmosis directa (OD).....	11
2.4.3 Destilación por membrana (DM)	12
2.4.3.1 Efecto de la concentración de jugo de alimentación en el flujo de permeado... 12	
2.4.4 Destilación Osmótica (DO).....	12
2.5 MÉTODOS QUÍMICOS PARA DETERMINAR ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN PULPA DE FRUTOS	14
2.5.1 Determinación de antocianinas totales (AT)	14

2.5.2 Determinación de fenoles totales (FT).....	15
2.6 MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	15
2.6.1 Método ABTS	15
2.7 MÉTODO MEDICIÓN GRADOS BRIX	15
2.8 MÉTODOS DE MEDICIÓN DE COMPUESTOS VOLÁTILES (AROMAS)	16
2.8.1 Método de espacio de cabeza.....	16
2.8.2 Métodos de destilación.....	16
2.8.3 Extracción por solventes	16
2.8.4 Extracción en fase sólida.....	17
2.8.5 Inyección directa	17
2.9 NORMATIVAS.....	18
2.9.1 Normativa vigente en Estados Unidos	18
2.9.2 Normativa vigente en Chile.....	18
2.10 PROCESO DE Extracción del jugo.....	20
CAPITULO III: PROCESO DE MICROFILTRACIÓN	21
3.1 PROCESO MICROFILTRACIÓN.....	22
3.1.1 Primera prueba microfiltración	22
3.1.2 Segunda prueba microfiltración.....	23
3.1.3 Tercera prueba microfiltración.....	23
3.1.4 Medición ensuciamiento de la membrana.....	23
3.2 MEDICIÓN ANTOCIANINAS	25
3.2.1 Medición antocianinas jugo inicial	25
3.2.2 Medición antocianinas jugo microfiltrado	25
3.3 MEDICIÓN DE POLIFENOLES TOTALES	26
3.3.1 Polifenoles totales Muestra inicial	27
3.3.2 Polifenoles totales Jugo microfiltrado.....	27
3.4 RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	28
CAPITULO IV: PROCESO DE DESTILACIÓN OSMÓTICA	30
4.1 PROCESO DE CONCENTRACIÓN MEDIANTE DESTILACIÓN OSMÓTICA	31

4.1.1 Primera prueba	32
4.1.2 Flujo transmembrana.....	33
4.2 MEDICIÓN DE ANTOCIANINAS	34
4.2.1 Medición antocianinas jugo microfiltrado	34
4.2.2 Medición antocianinas jugo concentrado	34
4.3 MEDICIÓN POLIFENOLES TOTALES	35
4.3.1 Polifenoles totales Muestra jugo microfiltrado	35
4.3.2 Polifenoles totales Jugo microfiltrado.....	35
4.4 RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	36
CAPITULO V: DISEÑO Y FABRICACIÓN	39
5.1 CÁLCULOS BOMBA.....	40
5.1.1 Cálculos proceso de microfiltración.....	40
5.1.1.1 Cálculo potencia proceso de microfiltración	41
5.1.2 Cálculos proceso de destilación osmótica	42
5.1.3 Triangulo de velocidades	43
5.2 CARACTERIZACIÓN DE LA MOTOBOMBA.....	45
5.2.1 Primera experiencia.....	46
5.2.2 Segunda experiencia.....	46
5.5 PROTOTIPO.....	47
5.5.1 Sistema de microfiltración en el prototipo	48
5.5.2 Sistema de destilación osmótica.....	49
5.5.3 Costos aproximados	50
5.6 RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	50
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
6.1 CONCLUSIONES	52
Referencias	54
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Elementos básicos de un evaporador (2)	7
Ilustración 3 Evaporador de múltiple efecto con alimentación directa (4).....	8
Ilustración 4 Proceso obtención del jugo (Fuente: Elaboración propia)	20
Ilustración 5 Membrana microfiltración (Fuente: Elaboración propia).....	22
Ilustración 6 Preparación de la curva de calibración (Fuente: Elaboración propia).....	26
Ilustración 7 Mini módulo liquicel® 1.7x5.5 (20)	31
Ilustración 8 Bomba peristáltica MASTERFLEX (21)	32
Ilustración 9 Sistema de destilación osmótica (Fuente: Elaboración propia).....	32
Ilustración 10 Bomba de diafragma SHURflo 8090-802-278 (22)	33
Ilustración 11 Comparativa jugo microfiltrado (izquierda) y jugo concentrado (derecha) (Fuente: Elaboración propia).....	37
Ilustración 12 Motor WEG W11 AL71 (25)	40
Ilustración 13 Esquema microfiltración (Fuente: Elaboración propia)	40
Ilustración 14 Tramo destilación osmótica (Fuente: Elaboración propia)	42
Ilustración 15 Triangulo de velocidades (19).....	43
Ilustración 16 Triangulo de velocidades en álabes motobomba (Fuente: Elaboración propia).44	
Ilustración 17 Variador de frecuencia ABB ACS150 (24).....	45
Ilustración 18 Prototipo vista frontal. (Fuente: Elaboración propia).....	47
Ilustración 19 Sistema de microfiltración. (Fuente: Elaboración propia)	48
Ilustración 20 Sistema destilación osmótica. (Fuente: Elaboración propia)	49
Ilustración 21 Diseño estanque. (Fuente: Elaboración propia).....	66
Ilustración 22 Estructura soportante. (Fuente: Elaboración propia).....	67
Ilustración 23 Valores de Diseño de la rugosidad de tubos (23)	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ventajas y desventajas de la (OI) aplicada a la concentración de jugos de frutas (7)..	10
Tabla 2 Ventajas y desventajas de OD aplicado a la concentración de jugos de frutas. (7)	11
Tabla 3 Ventajas y desventajas de (DM) y (DO) aplicadas a la concentración de zumo de fruta (7).....	13
Tabla 4 Normativa sanitaria Chilena para jugos y bebidas (14).....	20
Tabla 5 Resumen pruebas microfiltración (Fuente: Elaboración propia).....	28
Tabla 6 Resultados comparativos microfiltración (Fuente: Elaboración propia).....	29
Tabla 7 Características modulo para destilación osmótica (15)	31
Tabla 8 Resumen proceso destilación osmótica (Fuente: Elaboración propia).....	37
Tabla 9 Costos aproximados. (Fuente: Elaboración propia)	50
Tabla 10 Singularidades Tramo 1 (microfiltración) (Fuente: Elaboración propia).....	76
Tabla 11 Singularidades Tramo2 (microfiltración) (Fuente: Elaboración propia).....	77
Tabla 12 Singularidades Tramo 3(microfiltración) (Fuente: Elaboración propia).....	77
Tabla 13 Singularidades tramo1 (destilación) (Fuente: Elaboración propia).....	79
Tabla 14 Singularidades tramo2 (destilación) (Fuente: Elaboración propia).....	79