

ÍNDICE DE CONTENIDOS

JUSTIFICACIÓN E INTERÉS DEL ESTUDIO.....	1
I. INTRODUCCIÓN	
I.1. LOS ALIMENTOS FUNCIONALES.....	5
I.1.1. Origen y desarrollo de los alimentos funcionales.....	5
I.1.2. Definición y tipos de alimentos funcionales.....	7
I.1.3. Métodos de obtención de alimentos funcionales.....	9
I.1.3.1. Ingeniería genética.....	10
I.1.3.2. Mejoras en las técnicas de cultivo y cría.....	10
I.1.3.3. Técnicas de formulación de alimentos.....	10
I.1.3.4. Técnicas de ingeniería de matrices.....	11
I.2. EL CALCIO.....	13
I.2.1. Importancia del calcio en el ser humano.....	13
I.2.2. Importancia del calcio en la fisiología vegetal.....	17
I.3. OPERACIONES UNITARIAS EMPLEADAS EN ESTE ESTUDIO.....	21
I.3.1. Impregnación a vacío.....	21
I.3.2. Deshidratación osmótica.....	23
I.3.3. Secado por aire caliente.....	24
I.3.4. Rehidratación.....	25
I.4. MECANISMOS IMPLICADOS EN EL TRANSPORTE DE MATERIA DURANTE LA DESHIDRATACIÓN DE TEJIDOS VEGETALES.....	26
II. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO	
II.1. OBJETIVOS.....	35
II.1.1. Objetivo general.....	35
II.1.2. Objetivos específicos.....	35
II.2. PLAN DE TRABAJO.....	37
III. MATERIALES Y MÉTODOS	
III.1. MATERIA PRIMA.....	41
III.2. DISOLUCIONES.....	41

III.2.1. Disoluciones de impregnación.....	41
III.2.2. Disoluciones osmóticas.....	43
III.3. EQUIPOS Y METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	44
III.3.1. Experiencias de impregnación a vacío.....	44
III.3.2. Experiencias de deshidratación osmótica.....	45
III.3.3. Experiencias de secado por aire caliente.....	47
III.3.4. Experiencias rehidratación.....	49
III.4. DETERMINACIONES ANALÍTICAS.....	49
III.4.1. Determinación de la humedad.....	50
III.4.2. Determinación del contenido en sólidos solubles.....	51
III.4.3. Determinación del contenido en calcio.....	52
III.4.4. Determinación de la actividad de agua.....	54
III.4.5. Determinación de los cambios de volumen.....	55
III.4.6. Determinación de las propiedades mecánicas.....	55
III.4.7. Determinación de la capacidad de retención de agua.....	56
III.5. OBSERVACIONES MICROESTRUCTURALES.....	57
III.6. ISOTERMAS DE DESORCIÓN DE AGUA.....	58
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
IV.1. ESTUDIO DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA COMO OPERACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE LÁMINAS DE MANZANA (var. Granny Smith) ENRIQUECIDAS EN CALCIO.....	63
IV.1.1. Estudio de la operación de impregnación a vacío.....	63
IV.1.2. Estudio cinético de la operación.....	65
IV.1.2.1. Comprobación de los balances de materia.....	65
IV.1.2.2. Evolución del contenido en calcio.....	67
IV.1.2.3. Cinética de transferencia de agua y sólidos solubles.....	73
IV.1.2.4. Cinética de transferencia de masa total.....	81
IV.1.2.5. Cinética de los cambios de composición en la FLP.....	85
IV.1.3. Cambios estructurales.....	97
IV.1.3.1. Cambios de volumen.....	97

IV.1.3.2. Cambios en las propiedades mecánicas.....	109
IV.1.4. Evaluación de la apariencia externa del producto final.....	119
IV.2. ESTUDIO CINÉTICO DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DE LÁMINAS DE MANZANA (var. Granny Smith) A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LOS PERFILES DE CONCENTRACIÓN.....	123
IV.2.1. Efecto de las variables de proceso en la evolución de los perfiles de concentración de agua y sólidos solubles.....	123
IV.2.2. Análisis de los perfiles de concentración basado en el modelo de avance del frente de perturbación.....	133
IV.2.3. Análisis de los perfiles de concentración basado en el modelo difusional de Fick.....	137
IV.3. ESTUDIO CINÉTICO DEL SECADO POR AIRE CALIENTE COMO OPERACIÓN DE ESTABILIZACIÓN DE LÁMINAS DE MANZANA (var. Granny Smith) ENRIQUECIDAS EN CALCIO.....	141
IV.3.1. Condiciones de secado.....	141
IV.3.2. Curvas de secado.....	142
IV.3.3. Curvas de velocidad de secado.....	146
IV.3.4. Análisis de la cinética de secado.....	151
IV.3.4.1. Aplicación de modelos semiempíricos (fickianos).....	151
IV.3.4.2. Aplicación de modelos termodinámicos.....	161
IV.3.5. Propiedades mecánicas de la manzana deshidratada.....	181
IV.4. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS MUESTRAS DESHIDRATADAS DURANTE SU POSTERIOR REHIDRATACIÓN.....	187
IV.4.1. Cinética de rehidratación.....	187
IV.4.2. Evaluación de los daños causados en la estructura del producto durante la operación de secado.....	203
IV.4.2.1. Evaluación de los índices de rehidratación.....	203
IV.4.2.2. Evaluación de las propiedades mecánicas.....	208
V. CONCLUSIONES.....	217
VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	223

VII. ANEXOS.....	243
------------------	-----