

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
I.1. CONSUMO DE PLATOS PREPARADOS Y SALSAS	3
I.2. LA SALSA BLANCA. COMPOSICIÓN	4
I.2.1. HIDRATOS DE CARBONO	5
I.2.2. PROTEÍNAS	7
I.2.3. GRASAS	8
I.3. CALENTAMIENTO EN MICROONDAS	8
I.3.1. LAS MICROONDAS	8
I.3.2. EL HORNO MICROONDAS	8
I.3.3. CALENTAMIENTO EN MICROONDAS	9
I.4. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DIELÉCTRICAS EN SISTEMAS CON HIDROCOLOIDES	11
I.5. CAMBIOS QUÍMICOS EN SISTEMAS ALIMENTARIOS TRATADOS POR MICROONDAS	13
I.6. REOLOGÍA. APLICACIONES EN EL ESTUDIO DE SISTEMAS ALIMENTARIOS.	15
I.6.1. ENSAYOS REOLÓGICOS	15
I.6.2. ESTUDIOS REOLÓGICOS EN SISTEMAS ALIMENTARIOS CON HIDROCOLOIDES	16
I.7. MICROESTRUCTURA Y ANÁLISIS DE IMAGEN	18
I.7.1. CONCEPTOS PREVIOS DE ANÁLISIS DE IMAGEN DIGITAL	18
I.7.2. ADQUISICIÓN DE IMÁGENES. MICROSCOPIA DE BARRIDO	20
I.7.3. DIGITALIZACIÓN DE LA IMAGEN	23
I.7.4. PROCESADO Y ANÁLISIS DE IMAGEN	23
I.7.5. ESTUDIO DE LA MICROESTRUCTURA DE SISTEMAS ALIMENTARIOS CON HIDROCOLOIDES	24

I.8. ESTUDIOS REOLÓGICOS Y MICROESTRUCTURALES COMBINADOS	25
II. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO.....	29
II.1. OBJETIVOS	31
II.1.1. OBJETIVO GENERAL	31
II.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
II.2. PLAN DE TRABAJO.....	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
III.1. INGREDIENTES.....	35
III.2. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	36
III.2.1. PREPARACIÓN DE LOS SISTEMAS MODELO.....	36
III.2.2. PREPARACIÓN DE LAS SALSAS BECHAMEL	37
III.3. TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS	38
III.4. DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA DURANTE EL CALENTAMIENTO	39
III.4.1 HORNO MICROONDAS.....	39
III.4.2 HORNO CONVENCIONAL.....	40
III.5. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DIELECTRICAS	40
III.6. ANÁLISIS QUÍMICOS.....	41
III.6.1. HUMEDAD	41
III.6.2. ANÁLISIS DE LA FRACCIÓN DE PROTEÍNAS	41
III.6.2.1. NITRÓGENO TOTAL Y SOLUBLE	41
III.6.2.2. ELECTROFORESIS SDS-PAGE	42
III.6.3. ANÁLISIS DE LA FRACCIÓN DE LÍPIDOS	43
III.6.4. ANÁLISIS DE LA FRACCIÓN DE HIDRATOS DE CARBONO	43

III.7. SINÉRESIS	43
III.8. ANÁLISIS REOLÓGICOS.....	44
III.8.1. ENSAYOS DE FLUJO VISCOZO	44
III.8.2. ENSAYOS DINÁMICOS OSCILATORIOS	45
III.9. ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL	46
III.9.1. MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO A BAJAS TEMPERATURAS (CRYO-SEM).....	46
III.9.2. MICROSCOPIA LÁSER CONFOCAL DE BARRIDO(CLSM)	46
III.9.3. PROCESADO Y ANÁLISIS DE IMAGEN	48
III.9.3.1. OPERACIONES SOBRE LA IMAGEN EN ESCALA DE GRISES	48
III.9.3.2. SEGMENTACIÓN	52
III.9.3.3. OPERACIONES SOBRE IMÁGENES BINARIAS.....	53
III.9.3.4. ANÁLISIS DE IMAGEN	55
III.10. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	58
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
IV.1. PROPIEDADES DIELÉCTRICAS, MICROESTRUCTURALES Y DE FLUJO DE SISTEMAS MODELO ELABORADOS CON DISTINTOS HIDROCOLOIDES Y SAL.....	63
IV.1.1. PROPIEDADES DIELÉCTRICAS	63
IV.1.1.1. FACTOR DE PÉRDIDAS	63
IV.1.1.2. PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN.....	67
IV.1.2. MICROESTRUCTURA	70
IV.1.3. PROPIEDADES DE FLUJO.....	72
IV.2. CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA Y MICROESTRUCTURAL DE SALSAS BECHAMEL	

ELABORADAS CON DISTINTOS TIPOS DE ALMIDÓN Y CALENTADAS AL MICROONDAS.....	78
IV.2.1. ESPECTROS MECÁNICOS.....	78
IV.2.1.1 INFLUENCIA DEL TIPO DE ALMIDÓN. MUESTRAS RECIÉN ELABORADAS.....	79
IV.2.1.2. INFLUENCIA DEL TIEMPO DE RECALENTAMIENTO	82
IV.2.2. MICROSCOPIA LASER CONFOCAL DE BARRIDO (CLSM) Y ANÁLISIS DE IMAGEN	84
IV.3. ESTABILIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROESTRUCTURAL DE SALSAS ELABORADAS CON DISTINTAS PROTEÍNAS FRENTE AL PROCESO DE CONGELACIÓN-DESCONGELACIÓN.....	90
IV.3.1. ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD FÍSICOQUÍMICA	90
IV.3.1.1. ANÁLISIS PROTEICO	90
IV.3.1.2. ANÁLISIS LIPÍDICO.....	97
IV.3.1.3. ANÁLISIS DE LOS HIDRATOS DE CARBONO.....	98
IV.3.1.4. SINÉRESIS	99
IV.3.2. MICROESTRUCTURA	100
IV.4. ESTABILIDAD MICROESTRUCTURAL DE SALSAS ELABORADAS A DISTINTAS VELOCIDADES DE AGITACIÓN Y CON DISTINTOS TIPOS DE GRASA FRENTE AL PROCESO DE CONGELACIÓN-DESCONGELACIÓN.....	103
IV.4.1. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS RECIÉN PREPARADAS	103
IV.4.1.1. MICROSCOPIA LASER CONFOCAL DE BARRIDO (CLSM).....	103
IV.4.1.2. ANÁLISIS DE IMAGEN.....	104
IV.4.1.3. PROPIEDADES DIELECTRICAS	106
IV.4.2. MUESTRAS SOMETIDAS AL CICLO DE CONGELACIÓN-DESCONGELACIÓN	110
IV.4.2.1. MICROSCOPIA LÁSER CONFOCAL DE BARRIDO (CLSM).....	110
IV.4.2.2. ANÁLISIS DE IMAGEN.....	112

IV.4.3. COMPARACIÓN ENTRE LAS MUESTRAS RECIÉN ELABORADAS Y LAS SOMETIDAS AL CICLO DE CONGELACIÓN-DESCONGELACIÓN	114
V. CONCLUSIONS	119
VI. REFERENCIAS	123
VII. ABREVIATURAS	133
VIII. PUBLICACIONES	137