

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN AL PVC.....</b>	<b>11</b>
1.1. Historia del PVC. ....	12
1.2. Producción y consumo. ....	13
1.3. Estructura del PVC. ....	15
1.4. Síntesis del PVC.....	15
1.5. Plásticos de base policloruro de vinilo.....	18
1.5.1. Policloruro de vinilo rígido (PVC-U).....	19
1.5.2. Policloruro de vinilo plastificado (PVC-P).....	20
1.5.3. Policloruro de vinilo clorado (PVC-C).....	20
1.5.4. Policloruro de vinilo de alto impacto (PVC-HI). ....	21
1.6. Propiedades del PVC. ....	22
1.7. Aplicaciones del PVC. ....	24
1.8. Aditivos del PVC.....	24
<b>2. PLASTIFICANTES. ....</b>	<b>26</b>
2.1. Introducción. ....	26
2.2. Teorías de la plastificación. ....	27
2.3. Tipos de plastificantes. ....	29
2.4. Incorporación de plastificantes al PVC.....	37
2.5. Determinación de los parámetros de solubilidad de los plastificantes. ....	43
<b>3. ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>46</b>
3.1. Fuentes de información consultadas.....	46
3.1.1. Funciones de búsqueda utilizadas. ....	47
3.1.2. Análisis de la documentación.....	49
3.1.3. Estudio estadístico por año de publicación. ....	49
3.1.4. Estudio estadístico por tipo de publicación. ....	52
3.2. Principales grupos de investigación. ....	53
<b>II. OBJETIVOS. ....</b>	<b>57</b>
<b>1. OBJETIVOS.....</b>	<b>59</b>
<b>2. PLANIFICACIÓN. ....</b>	<b>60</b>
2.1. Cronograma de actividades.....	63

<b>III. EXPERIMENTAL.....</b>	<b>65</b>
<b>1. TÉCNICAS EXPERIMENTALES. ....</b>	<b>67</b>
1.1. Ensayo de tracción. ....	67
1.2. Ensayo de dureza.....	69
1.3. Análisis macroscópico. ....	70
1.4. Espectrofotometría. ....	70
1.5. Microscopía electrónica de barrido (SEM).....	72
1.6. Calorimetría diferencial de barrido (DSC).....	73
1.7. Análisis Termogravimétrico. ....	75
1.8. Test de Migración. ....	77
1.8.1. Determinación de migración de plastificantes. Contacto con discos de LDPE. ....	77
1.8.2. Migración en disolvente n-hexano.....	77
1.8.3. Migración por volatilidad.....	78
<b>2. MATERIALES. ....</b>	<b>79</b>
2.1. Resina de PVC. ....	79
2.2. Plastificantes.....	80
2.2.1. Plastificante tipo I. ....	80
2.2.2. Plastificante tipo II. ....	81
2.2.3. Aceite de linaza epoxidado. ....	83
<b>3. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS.....</b>	<b>85</b>
3.1. Obtención de los plastisoles. ....	85
3.2. Curado de la pasta. ....	87
3.3. Preparación de las probetas.....	87
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>89</b>
<b>1. ESTUDIO DE LA SOLUBILIDAD ENTRE EL PVC Y LOS PLASTIFICANTES DE ORIGEN NATURAL PLASTIFICANTE TIPO I, PLASTIFICANTE TIPO II Y ELO.....</b>	<b>91</b>
1.1. Determinación del parámetro de solubilidad para el plastificante tipo I.....	92
1.2. Determinación del parámetro de solubilidad para el plastificante tipo II.....	93
1.3. Determinación del parámetro de solubilidad para el plastificante ELO. ....	95
1.4. Comparación de los resultados del cálculo del parámetro de solubilidad de los plastificantes tipo I, tipo II y ELO.....	96
<b>2. ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS DE CURADO SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE PLASTISOLES VINÍLICOS CON PLASTIFICANTES DE ORIGEN NATURAL.....</b>	<b>98</b>

2.1. Estudio de la influencia de los parámetros de curado sobre la respuesta mecánica de plastisoles vinílicos con plastificantes de origen natural .....	100
2.1.1. Influencia de las condiciones de curado sobre la respuesta mecánica a tracción del sistema PVC/plastificante tipo I. ....	100
2.1.2. Influencia de las condiciones de curado sobre la respuesta mecánica a tracción del sistema PVC/plastificante tipo II. ....	106
2.1.3. Influencia de las condiciones de curado sobre la respuesta mecánica a tracción del sistema PVC/ELO. ....	111
2.1.4. Variación de la dureza del sistema PVC/plastificante tipo I en función de las condiciones de curado. ....	117
2.1.5. Variación de la dureza del sistema PVC/plastificante tipo II en función de las condiciones de curado. ....	118
2.1.6. Variación de la dureza del sistema PVC/ELO en función de las condiciones de curado. ....	119
2.1.7. Comparativa de resultados del comportamiento mecánico de los plastisoles formulados con los distintos plastificantes en función de los parámetros de curado. ....	120
2.2. Caracterización térmica en función de los parámetros de curado de plastisoles con plastificantes de origen natural, mediante calorimetría diferencial de barrido. ....	124
2.2.1. Caracterización térmica del sistema PVC/plastificante tipo I en función de los parámetros de curado. ....	124
2.2.2. Caracterización térmica del sistema PVC/epoxiester tipo II en función de los parámetros de curado. ....	129
2.2.3. Caracterización térmica del sistema PVC/ELO en función de los parámetros de curado. ....	132
2.3. Morfología de las superficies de fractura de plastisoles vinílicos con plastificantes de origen natural en función de las condiciones de curado. ....	134
2.3.1. Estudio de las morfologías de las superficies de fractura en función de los parámetros de curado para plastisoles formulados con plastificante tipo I como plastificante. ....	135
2.3.2. Estudio de las morfologías de las superficies de fractura en función de los parámetros de curado para plastisoles formulados con plastificante tipo II como plastificante. ....	139
2.3.3. Estudio de las morfologías de las superficies de fractura en función de los parámetros de curado para plastisoles con aceite de linaza epoxidado (ELO) como plastificante. ....	143
2.4. Variación del color de las placas de plastisoles vinílicos con plastificantes de ácidos grasos en función de los parámetros de curado: colorimetría. ....	147
2.4.1. Análisis macroscópico en función de los parámetro de curado de los plastisoles de PVC formulados con plastificante tipo I. ....	147
2.4.2. Análisis macroscópico en función de los parámetro de curado de los plastisoles de PVC formulados con plastificante tipo II . ....	150

2.4.3. Análisis macroscópico en función de los parámetro de curado de los plastisoles de PVC formulados con plastificante ELO .	151
2.4.4. Análisis del color mediante espectrofotometría en función de los parámetros de curado de los plastisoles de PVC formulados con plastificante tipo I.	153
2.4.5. Análisis del color mediante espectrofotometría en función de los parámetros de curado de los plastisoles de PVC formulados con plastificante tipo II.	158
2.4.6. Análisis del color mediante espectrofotometría en función de los parámetros de curado de los plastisoles de PVC formulados con plastificante ELO.	163
2.5. Estudio del fenómeno de migración en los plastisoles vinílicos con plastificantes de origen natural en función de los parámetros de curado.	167
2.5.1. Estudio de la migración del sistema PVC/plastificante tipo I en función de los parámetros de curado.	168
2.5.2. Estudio de la migración del sistema PVC/epoxiester tipo II en función de los parámetros de curado.	172
2.5.3. Estudio de la migración del sistema PVC/ELO en función de los parámetros de curado.	176
2.5.4. Comparación acerca de la la migración de los distintos plastificantes de origen natural en función de los parámetros de curado.	180
2.6. Artículos publicados acerca de optimización de los parámetros de curado con plastificantes de origen natural.	180
2.6.1. "Optimization of the curing conditions of PVC plastisols based on the use of an epoxidized fatty acid ester plasticizer".	182
2.6.2. "The effect of the curing time and temperature on final properties of flexible PVC with an epoxidized fatty ester as natural-based plasticizer".	194
<b>3. ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE PLASTISOLES VINÍlicos EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD DE PLASTIFICANTE.</b>	<b>205</b>
3.1.1. Influencia de la cantidad de plastificante sobre la respuesta mecánica a tracción del sistema PVC/plastificante tipo I.	206
3.1.2. Influencia de la cantidad de plastificante sobre la respuesta mecánica a tracción del sistema PVC/plastificante tipo II.	210
3.1.3. Influencia de la cantidad de plastificante sobre la respuesta mecánica a tracción del sistema PVC/ELO.	213
3.1.4. Variación de la dureza del sistema PVC/plastificante en función de la cantidad de plastificante.	217
3.1.5. Influencia de la cantidad de plastificante sobre la tenacidad del material.	219
3.1.6. Comparativa de resultados del comportamiento mecánico de los plastisoles formulados con los distintos plastificantes en función de la cantidad de plastificante.	223
3.2. Caracterización térmica en función de la cantidad de plastificante de plastisoles con plastificantes de origen natural, mediante calorimetría diferencial de barrido.	226
3.2.1. Comportamiento térmico DSC de los plastisoles obtenidos con plastificante tipo I en función de la cantidad de plastificante.	226

3.2.2. Comportamiento térmico DSC de los plastisoles obtenidos con Plastificante tipo II en función de la cantidad de plastificante. ....	229
3.2.3. Comportamiento térmico DSC de los plastisoles obtenidos con Plastificante ELO en función de la cantidad de plastificante. ....	232
3.2.4. Análisis termogravimétrico TGA de los plastisoles formulados con Plastificante tipo I en función de la cantidad de plastificante. ....	232
3.2.5. Análisis termogravimétrico TGA de los plastisoles formulados con Plastificante tipo II en función de la cantidad de plastificante. ....	234
3.2.6. Análisis termogravimétrico TGA de los plastisoles formulados con Plastificante ELO en función de la cantidad de plastificante. ....	235
3.3. Morfología de las superficies de fractura de plastisoles vinílicos con plastificantes de origen natural en función de la cantidad de plastificante. ....	238
3.3.1. Estudio de las morfologías de las superficies de fractura para plastisoles en función de la cantidad de plastificante tipo I. ....	238
3.3.2. Estudio de las morfologías de las superficies de fractura para plastisoles en función de la cantidad de plastificante tipo II. ....	241
3.3.3. Estudio de las morfologías de las superficies de fractura para plastisoles con aceite de linaza epoxidado (ELO) como plastificante. ....	244
3.4. Variación del color de las placas de plastisoles vinílicos con distintos plastificantes de origen natural en función de la cantidad de plastificante formulado. ....	246
3.4.1. Análisis macroscópico en función de la cantidad de plastificante de los plastisoles de PVC formulados con plastificante tipo I. ....	246
3.4.2. Análisis macroscópico en función de la cantidad de plastificante de los plastisoles de PVC formulados con plastificante tipo II. ....	248
3.4.3. Análisis macroscópico en función de la cantidad de plastificante de los plastisoles de PVC formulados con plastificante ELO. ....	249
3.4.4. Análisis del color mediante espectrofotometría en función de la cantidad de plastificante de los plastisoles de PVC formulados con plastificante tipo I. ....	249
3.4.5. Análisis del color mediante espectrofotometría en función de la cantidad de plastificante de los plastisoles de PVC formulados con plastificante tipo II. ....	253
3.4.6. Análisis del color mediante espectrofotometría en función de la cantidad de plastificante de los plastisoles de PVC formulados con plastificante ELO. ....	257
3.4.7. Comparativa de los resultados colorimétricos obtenidos de los plastisoles formulados con plastificantes de origen natural en función de la cantidad de plastificante. ....	260
3.5. Artículos publicados acerca de la influencia de la cantidad de plastificante de origen natural en plastisoles vinílicos. ....	264
3.5.1. "Effect of the epoxidized linseed oil concentration as natural plasticizer in vinyl plastisols" ....	264

<b>V. CONCLUSIONS.....</b>	<b>273</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>279</b>
<b>VII. APÉNDICES.....</b>	<b>285</b>