

Índice General

Preámbulo

1	Introducción.....	1
2	Estructura de la tesis.....	6
3	Referencias	9

Capítulo 1. Introducción

1	El algodón.....	12
1.1	Introducción.....	12
1.2	Historia	12
1.3	La planta del algodón.....	14
1.4	Morfología de la fibra	16
1.5	Propiedades físicas del algodón.....	22
1.6	Estructura y composición química del algodón.	23
1.7	Procesado de tejidos de algodón.	33
2	Origen del color y su medida	36
3	Blanqueo del algodón. Situación actual y futuro.....	39
3.1	Blanqueo con hipoclorito sódico.....	40
3.1.1	Química del hipoclorito sódico en disolución acuosa.	40
3.1.1	Acción blanqueante	46
3.1.2	Degradación de las fibras de celulosa.....	48
3.1.3	Procesos industriales de blanqueo con hipoclorito	49
3.2	Blanqueo con peróxido de hidrógeno.....	50

3.2.1	Química del peróxido de hidrógeno en disolución acuosa.....	52
3.2.2	Acción blanqueante del peróxido de hidrógeno.....	55
3.2.3	Degradación de las fibras de celulosa.....	58
3.2.4	Procesos industriales de blanqueo con peróxido ...	60
3.3	Alternativas a los procesos de blanqueo convencionales	62
4	Tratamientos electroquímicos	65
5	Referencias	73

Capítulo 2. Planteamiento y objetivos de la tesis

1	Planteamiento del estudio	83
2	Objetivos	87

Capítulo 3. Métodos experimentales y técnicas de caracterización y análisis

1	Procesos electrolíticos de blanqueo	90
1.1	Celdas electroquímicas.	91
1.1.1	Celda filtro-prensa.....	91
1.1.2	Celda discontinua de tanque agitado.	98
1.2	Montaje experimental del proceso electrolítico.	99
1.3	Electrodos	105
1.3.1	Ánodos.....	106
1.3.2	Cátodos.....	109

2	Procesos químicos de pretratamiento y blanqueo convencional de tejidos	110
2.1	Descrudado con álcali en caliente	110
2.2	Blanqueo oxidativo convencional	111
3	Técnicas de caracterización	113
3.1	Técnicas electroquímicas de caracterización	113
3.1.1	Voltamperometría cíclica (CV, Cyclic voltammetry)	114
3.1.2	Voltamperometría de barrido lineal (LSV, Linear sweep voltammetry)	116
3.2	Técnicas de caracterización de tejidos y superficies..	117
3.2.1	Grado de blanco	117
3.2.2	Resistencia a tracción.....	127
3.2.3	Microscopía electrónica de barrido	131
3.2.4	Microanálisis de dispersión de energía de rayos X..	133
3.2.5	Espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier con accesorio de reflectancia total atenuada (FTIR-ATR)	134
3.2.6	Espectroscopia fotoelectrónica de rayos X (XPS)	136
3.2.7	Medida del grado de polimerización	142
4	Técnicas y procedimientos de análisis químico	154
4.1	Espectrofotometría UV-visible	155
4.2	Determinación de la concentración de cloro libre y total.	157
4.3	Determinación de la concentración de cloruro	159

4.4	Determinación de la concentración de peróxido de hidrógeno.....	164
4.5	Determinación del contenido de carbono orgánico total (TOC)	165
5	Referencias	167

Capítulo 4. Blanqueo de tejidos de algodón mediante electro-generación de cloro activo

1	Introducción.....	175
2	Electro-oxidación indirecta con cloro activo.....	177
3	Experimental.....	188
3.1	Material y reactivos	188
3.2	Caracterización de electrodos.....	189
3.3	Electrólisis en celda filtro prensa.....	190
3.3.1	Producción electrolítica de cloro activo en ausencia de tejido.....	190
3.3.2	Blanqueo de tejidos de algodón mediante electro-generación de cloro activo.	192
4	Resultados y discusión	196
4.1	Caracterización de los electrodos	196
4.1.1	Caracterización microscópica y espectroscópica .	196
4.1.2	Caracterización electroquímica	199
4.2	Producción electrolítica de cloro activo	201
4.3	Influencia de las variables del proceso de electrocloración sobre el grado de blanco.....	214
4.3.1	Efecto del tipo de ánodo.....	215

4.3.2	Efecto de la corriente aplicada.....	216
4.3.3	Efecto de la concentración inicial de cloruro.....	218
4.3.4	Efecto del caudal de recirculación	220
4.3.5	Efecto del pH.....	221
4.3.6	Efecto de la ubicación del tejido en tratamientos ‘in situ’	225
4.3.7	Efecto de la temperatura.....	229
4.3.8	Efecto de la relación de baño.....	231
4.3.9	Efecto de la adición de humectante	233
4.3.10	Efecto del descrudado previo	237
4.4	Tratamientos por lotes con reutilización del electrolito..	240
4.4.1	Tratamiento por lotes.....	241
4.4.2	Tratamiento por lotes con interrupción de corriente	243
4.4.3	Tratamiento por lotes con escalón de corriente ..	245
4.5	Consumo eléctrico de los procesos de blanqueo electrolítico por generación de cloro activo	247
4.6	Caracterización superficial de tejidos de algodón	253
4.6.1	Caracterización mediante espectroscopia de fotoelectrones emitidos por rayos X (XPS)	254
4.6.2	Análisis mediante espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier con accesorio de reflectancia total atenuada (FTIR- ATR)	281
4.6.3	Caracterización morfológica mediante microscopía electrónica de barrido (SEM).	299
4.7	Resistencia física de los tejidos.....	303

4.7.1	Ensayos de tracción en tejidos	305
4.7.2	Ensayos de tracción en hilos	318
4.7.3	Grado de polimerización.....	327
4.8	Aspectos medioambientales.....	332
4.8.1	Carbono orgánico total (COT).....	332
5	Conclusiones.....	335
5.1	Blanqueo mediante electrogeneración de cloro activo	335
5.2	Caracterización superficial de tejidos blanqueados ..	339
5.3	Degradación de los tejidos	344
5.4	Evolución del contenido en materia orgánica.....	346
6	Referencias	347

Capítulo 5. Blanqueo de tejidos de algodón mediante
electro-generación de peróxido de hidrógeno

1	Introducción.....	357
2	Técnicas electroquímicas de oxidación indirecta con peróxido de hidrógeno.	358
2.1	Electro-oxidación indirecta con peróxido de hidrógeno...	358
2.2	Electro-Fenton.....	363
3	Experimental.....	367
3.1	Reactivos, materiales y equipamiento	367
3.2	Electrolisis en celdas sin dividir.....	368
3.3	Electrolisis en celdas divididas.....	369
3.4	Blanqueo de algodón	370

3.5 Análisis de peróxido de hidrógeno y cálculo de la eficiencia en corriente	371
4 Resultados y discusión	372
4.1 Producción electroquímica de peróxido de hidrógeno.	372
4.1.1 Célula sin dividir.	372
4.1.2 Célula dividida.....	376
4.2 Blanqueo de algodón mediante electro-generación de peróxido de hidrógeno.	385
4.2.1 Celdas no divididas.....	385
4.2.2 Celdas divididas.....	386
4.3 Blanqueo de algodón mediante electro-Fenton	387
4.3.1 Célula sin dividir.	387
4.3.2 Célula dividida.....	388
4.4 Composición superficial de tejidos blanqueados mediante electro-generación de H ₂ O ₂ y electro-Fenton	389
4.5 Conclusiones	392
5 Referencias	394

Capítulo 6. Conclusiones generales

Optimum whiteness index, WI _{CIE}	400
Surface characterization of bleached cotton fabrics and degradation studies.....	402
Evolution of the organic matter load in the bleach electrolytic bath.....	404

Capítulo 7. Apéndice

Índice de figuras.....	407
Índice de tablas	422