

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Motivación	1
1.2.	Antecedentes Generales.....	3
1.2.1.	Contaminantes orgánicos	3
1.2.2.	Tratamientos de agua.....	5
1.2.3.	Fotocatálisis en tratamiento de agua	6
1.2.4.	Fotocatálisis del TiO ₂	11
1.2.5.	Quitosano	12
2.	OBJETIVOS Y ALCANCES	14
2.1.	Objetivo General	14
2.2.	Objetivos Específicos	14
2.3.	Alcances	14
3.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1.	Dopaje	15
3.1.1.	Dopaje con metales.....	15
3.1.2.	Dopaje con no-metales.....	17
3.1.3.	Dopaje con elementos de tierras raras.....	18
3.2.	Compositos	19
3.2.1.	Compositos metálicos	19
3.2.2.	Compositos semiconductores.....	20
3.2.3.	Compositos poliméricos	21
4.	SÍNTESIS Y METODOLOGÍA	26
4.1.	Síntesis	26
4.1.1.	Síntesis de TiO ₂	26
4.1.2.	Síntesis de nanocompositos TiO ₂ -Quitosano	26
4.2.	Caracterizaciones.....	27
4.3.	Estudio fotocatalítico.....	27
5.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	29
5.1.	Caracterizaciones	29
5.1.1.	Difracción de Rayos X (DRX).....	29
5.1.2.	Espectroscopía UV-Vis (UV)	31
5.1.3.	Espectroscopía IR (FTIR)	33
5.1.4.	Fotoluminiscencia (PL).....	35
5.1.5.	Superficie BET	38

5.2. Estudio Fotocatalítico.....	39
5.2.1. Fotocatálisis UV.....	40
5.2.2. Fotocatálisis Visible	44
5.2.3. Mecanismo propuesto.....	49
5.3. Discusiones	51
5.3.1.- Aspectos no abordados	53
5.3.2.- Potencialidades.....	55
6. CONCLUSIONES Y PROYECCIONES	57
7. BIBLIOGRAFÍA	58
A. ANEXOS.....	69
A.1. Tarjeta JCPDS N° 21-1272	69
A.2. Cálculo de Tamaño Cristalino	70
A.3. Tauc Plots	71
A.4. Perfiles de Absorbancia Fotocatálisis UV	72
A.5. Espectros de Absorbancia Fotocatálisis Visible.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Escasez de agua física y económica a nivel mundial. [Adaptado de [1]].	1
Figura 1.2: Población mundial desde 1950 y proyectada hasta 2050. [3]	2
Figura 1.3: Esquema del proceso de fotoexcitación sobre la superficie del semiconductor. [14]	7
Figura 1.4: <i>Band gap</i> de varios semiconductores.[14]	8
Figura 1.5: <i>Band gap</i> de distintos semiconductores vs los potenciales para <i>water splitting</i> [17]	9
Figura 1.6: Esquema experimental de degradación de contaminantes en suelo. [19]	10
Figura 1.7: Estructuras cristalinas del TiO ₂ . A) Anatasa, B) Brookita y C) Rutilo.	11
Figura 1.8: Estructuras de la quitina y quitosano. [27]	12
Figura 3.1: Esquema experimental utilizado en [22]	23
Figura 3.2: Degradación de anilina luego de 9 horas. [93]	24
Figura 3.3: Decoloración de anaranjado de metilo. [89]	24
Figura 3.4: Efecto de la concentración inicial de AM en la cinética de primer orden. [89]	25
Figura 5.1: Espectros de DRX. (a) Quitosano, (b) TiO ₂ , (c) QT-75, (d) QT-50 y (e) QT-25	29
Figura 5.2: Espectros UV-visible de las muestras sintetizadas	31
Figura 5.3: Ejemplo de uso de Tauc plots para obtención del <i>band gap</i> . [105]	33
Figura 5.4: Espectros IR de las muestras sintetizadas. (a) TiO ₂ , (b) Quitosano, (c) QT-75, (d) QT-50 y (e) QT-25	34
Figura 5.5: Esquema de los procesos asociados a la Espectroscopía PL [107]	36
Figura 5.6: Espectros PL de las muestras sintetizadas. Izquierda: $\lambda_{exc}=330$ nm, Derecha: $\lambda_{exc}=360$ nm	36
Figura 5.7: Espectro PL de las muestras sintetizadas. $\lambda_{exc}=390$ nm	37
Figura 5.8: Espectro de absorbancia del anaranjado de metilo luego de la reacción con QT-75.	40
Figura 5.9: Eficiencia fotocatalítica UV para cada muestra sintetizada.	41
Figura 5.10: Ajuste lineal para cinética de primer orden. Fotocatálisis UV	42
Figura 5.11: Ajustes lineales segmentados para cinética de primer orden. Fotocatálisis UV.	43
Figura 5.12: Espectros de Absorbancia del AM luego de la reacción con: (a) TiO ₂ ; (b) QT-75.	45
Figura 5.13: Eficiencia fotocatalítica Visible para cada muestra sintetizada	46
Figura 5.14: Ajuste lineal para cinética de primer orden. Fotocatálisis Visible	47
Figura 5.15: Ajustes lineales segmentados para cinética de primer orden. Fotocatálisis Visible.	48
Figura 5.16: Esquema del mecanismo de fotodegradación del AM	51
Figura 5.17: Estructura del anaranjado de metilo. [113]	55
Figura 5.18: Comparación de los Espectros UV-Vis de Compositos TiO ₂ -polipirrol (izquierda) y TiO ₂ -quitosano (derecha)	56
Figura A.1: Tarjeta JCPDS N°21-1272 para la fase Anatasa del TiO ₂	69
Figura A.2: Tauc plot obtenido usando la Ecuación 8	71
Figura A.3: Obtención de los <i>band gaps</i> de las muestras sintetizadas.	71
Figura A.4: Espectro de absorbancia del AM luego de la reacción con TiO ₂	72
Figura A.5: Espectro de absorbancia del AM luego de la reacción con QT-75	72

Figura A.6: Espectro de absorbancia del AM luego de la reacción con QT-50	73
Figura A.7: Espectro de absorbancia del AM luego de la reacción con QT-25	73
Figura A.8: Espectro de absorbancia del AM luego de la reacción con quitosano	74
Figura A.9: Espectro de absorbancia del AM luego de la reacción con TiO ₂	74
Figura A.10: Espectro de absorbancia del AM luego de la reacción con QT-75.....	75
Figura A.11: Espectro de absorbancia del AM luego de la reacción con QT-50	75
Figura A.12: Espectro de absorbancia del AM luego de la reacción con QT-25.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Valores de EC ₂₀ para distintos tintes [9]	4
Tabla 1.2: Valores de EC ₂₀ y EC ₅₀ para compuestos presentes en los efluentes de fábricas textiles [9]	4
Tabla 1.3: Caracterización de los efluentes de una fábrica textil modelo. De acuerdo a cada proceso. [9]	5
Tabla 1.4: Caracterización de una fábrica textil modelo. De acuerdo a tipos de muestra. [9]	5
Tabla 1.5: Principales aplicaciones del quitosano. [Adaptado de [27]]	13
Tabla 3.1: Estudios realizados utilizando iones metálicos como dopante	16
Tabla 3.2: Estudios realizados utilizando elementos no metálicos como dopante.....	17
Tabla 3.3: Estudios realizados utilizando elementos de tierras raras como dopante.....	19
Tabla 3.4: Estudios realizados utilizando compositos TiO ₂ /Metal	20
Tabla 3.5: Estudios realizados utilizando compositos TiO ₂ /Semiconductor.....	20
Tabla 3.6: Estudios realizados con compositos TiO ₂ /Polímero	22
Tabla 3.7: <i>Band gaps</i> de las muestras sintetizadas en [93].	23
Tabla 4.1: Nombres asignados a las muestras sintetizadas	26
Tabla 5.1: Ángulo de Bragg, FWHM y tamaño cristalino de las muestras	31
Tabla 5.2: <i>Band gaps</i> de las muestras sintetizadas.....	33
Tabla 5.3: Área superficial de las muestras	38
Tabla 5.4: Valores de absorbancia para el AM	41
Tabla 5.5: Constantes de primer orden para Fotocatálisis UV y los correspondientes coeficientes de correlación de los ajustes lineales	44
Tabla 5.6: Valores de absorbancia para el AM	45
Tabla 5.7: Constantes de primer orden para fotocatalisis visible y los correspondientes coeficientes de correlación de los ajustes lineales	49
Tabla 5.8: Caracterizaciones de los nanocompositos de TiO ₂ -Quitosano.....	52