

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES PARA LA ELIMINACIÓN DE FÓSFORO EN
AGUAS RESIDUALES MEDIANTE PROCESOS DE ADSORCIÓN.

INDICE

I.AGRADECIMIENTOS.....	I
II.RESUMEN	II
III.ABSTRACT	X
IV.RESUM.....	XVII
V.CONTENIDOS.....	XXV
VI.LISTA DE FIGURAS	XXIX
VII.LISTA DE TABLAS	XXXII
VIII. LISTA UNIDADES Y ABREVIATURAS	XXXIII
1.INTRODUCCIÓN	1
1.1 Motivación de la investigación	1
1.2 Estado del arte	6
1.3 Justificación de la investigación	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo general.....	15
2.2 Objetivos específicos	15
2.3 Objetivos operativos.....	16
3. ESTRUCTURA DE LA TESIS.....	21
4. CAPITULO I: ALTERNATIVA AL USO DE PAJA DE ARROZ COMO FERTILIZANTE NATURAL REDUCIENDO LA CONTAMINACIÓN DE FÓSFORO EN HUMEDALES PROTEGIDOS. <i>ALTERNATIVE USE OF RICE STRAW ASH (Oryza sativa) AS NATURAL FERTILIZER TO REDUCE PHOSPHORUS POLLUTION IN PROTECTED WETLAND ECOSYSTEMS.....</i>	23
4.1. Introduction	25
4.2. Materials and methods	31
4.2.1. Collection of materials	31
4.2.2. Preparation and characterization of adsorbents	33
4.2.3. Batch adsorption experiments	35

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES PARA LA ELIMINACIÓN DE FÓSFORO EN AGUAS
RESIDUALES MEDIANTE PROCESOS DE ADSORCIÓN.

4.2.4. Adsorption isotherms	36
4.3. Results and discussion	39
4.3.1. Characterization of adsorbents	39
4.3.2. Phosphorus adsorption isotherms. Effect of temperature	43
4.3.3. Effect of adsorbent dose.....	50
4.3.4. Effect of ionic strength and calcium cations	52
4.4. Conclusions	56
5. CAPITULO II: USO DEL CARRIZO (<i>Phragmites australis</i>) PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE FÓSFORO EN ECOSISTEMAS DE HUMEDALES ANTROPOGÉNICOS. USE OF COMMON REED (<i>Phragmites australis</i>) FOR CONTROLLING PHOSPHORUS CONTAMINATION IN ANTHROPOGENIC WETLAND ECOSYSTEMS.	57
5.1. Introduction	59
5.2. Materials and methods.....	64
5.2.1. Preparation of testing material	64
5.2.2. Preparation and characterization of adsorbents.....	65
5.2.3. Adsorption isotherms and kinetics.....	67
5.2.4. Batch adsorption experiments.....	69
5.3. Results and discussion.....	70
5.3.1. Physical and chemical characteristics of the adsorbent	70
5.3.2. Effect of adsorbent dose	73
5.3.3. Influence of temperature on the phosphate removal process	76
5.3.4. Influence of pH on the phosphorus removal process	81
5.3.5. Influence of ionic strength and Ca cations on the phosphate removal process.....	83
5.3.6. Combined use of reed ash and rice straw ash for phosphorus removal and use as natural fertilizer	86
5.4. Conclusions	89

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES PARA LA ELIMINACIÓN DE FÓSFORO EN AGUAS RESIDUALES MEDIANTE PROCESOS DE ADSORCIÓN.

6. CAPITULO III: REDUCCIÓN DE FÓSFORO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE PROCESOS DE ADSORCIÓN REUTILIZANDO CENIZA DE MADERA Y PAJA PRODUCIDA EN INSTALACIONES DE BIOENERGÍA. <i>REDUCTION OF PHOSPHORUS FROM WASTEWATER THROUGH ADSORPTION PROCESSES REUSING WOOD AND STRAW ASH PRODUCED IN BIOENERGY FACILITIES.</i>	91
6.1. Introduction	93
6.2. Materials and methods.....	96
6.2.1. Preparation and characterization of adsorbents	96
6.2.2. Adsorption isotherms and kinetics: effect of the time on the adsorbent	99
6.2.3. Batch adsorption experiments.....	101
6.3. Results and discussion.....	103
6.3.1. Characterization of adsorbent	103
6.3.2. Effect of adsorbent dose.....	105
6.3.3. Phosphorus adsorption isotherms. Effect of temperature.	110
6.4. Conclusions	118
7. CONCLUSIONES	121
7.1 Principales conclusiones de la investigación.....	121
7.2 Caso hipotético de aplicación de resultados	125
7.3 Futuras líneas de investigación	127
8. TRANSFERENCIA DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	129
8.1 Publicaciones científicas.....	129
8.2 Participación en congresos, conferencias y seminarios científicos	130
9. REFERENCIAS	131
10. ANEXOS: MATERIAL SUPLEMENTARIO	149
10.1. Anexo 1.....	149
10.1.1. Micrografía electrónica de barrido de adsorbentes... ..	149
10.1.2. Ajuste de las diferentes linealizaciones de la isoterma de Langmuir	150

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES PARA LA ELIMINACIÓN DE FÓSFORO EN AGUAS RESIDUALES MEDIANTE PROCESOS DE ADSORCIÓN.

10.2. Anexo 2.....	151
10.2.1. Porcentajes de eliminación de fosforo mediante ceniza de carrizo	152
10.3. Anexo 3.....	153
10.3.1. Porcentajes de eliminación de fosforo mediante ceniza de paja de trigo, ceniza de paja de cebada y ceniza de madera de paulonia.	153