

Índice

Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Química Sostenible	3
1.2. Catálisis Heterógena: Estrategia para Mejorar la Sostenibilidad de Procesos	7
1.3. Catalizadores sólidos metálicos: Variables Estructurales de Diseño.....	9
1.4. Empleo de Reacciones tipo Cascada para la Reducción Selectiva de compuestos Nitro	13
1.5. Empleo de Materiales Zeolíticos en la Eliminación de Etileno. 18	
1.5.1. Estructura y Clasificación de las Zeolitas.....	18
1.5.2. Síntesis Hidrotermal de Zeolitas	22
1.5.3. Propiedades de las Zeolitas.....	23
Bibliografía	29
Capítulo 2. Objetivos	35
Capítulo 3. Reacciones de Hidrogenación Selectiva de Grupos Nitroaromáticos	39
3.1 Introducción a los Procesos de Hidrogenación de Nitroaromáticos	41
3.2 Procesos en Cascada Basados en Hidrogenaciones Selectivas de Grupos Nitro	45
3.3 Catalizadores Metálicos Soportados para Procesos de Hidrogenación de Grupos Nitro aromáticos, Aldehídos e H ₂	51
3.3.1 Catalizadores Comerciales de Pt y Pd soportados	51
3.3.2 Nanopartículas de Au soportadas sobre TiO ₂	55
3.3.3 Nanopartículas de Pt soportadas con Estructura Controlada	58

Índice

3.3.3.1	Nanopartículas de Pt soportadas en TiO_2	58
3.3.3.2	Nanopartículas de Pt soportadas en Al_2O_3	65
3.3.3.3	Nanopartículas de Pt soportadas en Carbón.....	72
3.3.3.4	Análisis de las curvas Conversión – Selectividad para el catalizador de Pt/C	77
3.3.3.5	Estudios de Regenerabilidad del Catalizador Pt/C	81
3.4	Acoplamiento Reductivo de varios Nitro compuestos y Aldehídos con el Catalizador de Pt/C	83
3.5	Diseño de Nuevos Catalizadores Selectivos Basados en Pd y Ru	85
3.6	Conclusiones.....	87
	Bibliografía	91

Capítulo 4. Reacciones de Hidrogenación Selectiva de Grupos

Nitroalcanos.....	99	
4.1.	Procesos y Catalizadores Investigados en la Presente Tesis..	101
4.2.	Acoplamiento de Nitrociclohexano, 5-metil furfural e H_2	104
4.3.	Acoplamiento de Nitrobutano, 5-metil furfural e H_2	109
4.3.1.	Efecto del disolvente en el Acoplamiento Reductivo de Nitrobutano, 5-metil furfural e H_2	111
4.4.	Acoplamiento Reductivo de diferentes Nitroalifáticos con el Catalizador de Au/ TiO_2	118
4.5.	Acoplamiento de Nitroalifáticos, Aldehídos lineales e H_2	120
4.5.1.	Acoplamiento de Nitrobutano, Valeraldehído e H_2 con el Catalizador de Au/ TiO_2	122
4.5.2.	Acoplamiento de Nitrobutano, Valeraldehído e H_2 con el Catalizador de Pt/C.....	126
4.6.	Estudios de Regenerabilidad del Au/ TiO_2	129

4.7. Reactividad de Dobles enlaces y Grupos Nitro sobre Catalizadores Metálicos de Pt/C y Au/TiO ₂	131
4.8. Conclusiones.....	134
Bibliografía	139
Capítulo 5. Eliminación de Trazas de Etileno a baja temperatura.....	141
5. Etileno.....	143
5.2. Enfoques para la Eliminación de Etileno	145
5.3. Adsorción y Antecedentes del empleo de Zeolitas como Adsorbedores de Etileno.....	147
5.4. Estructuras Zeolíticas empleadas en la Eliminación de trazas de Etileno.....	150
5.4.1. Análisis Estructural de las Especies Metálicas formadas 152	
5.4.2. Isotermas de Adsorción de C ₂ H ₄	156
5.4.3. Capacidades de Adsorción de trazas de C ₂ H ₄	165
5.4.4. Influencia de la Distribución y Tamaños de Partículas de las Nanopartículas de Ag.....	172
5.4.5. Determinación del Estado de Oxidación de las Nanopartículas de Ag formadas	176
5.4.6. Experimentos de Regenerabilidad	186
5.4.7. Efecto de la Cantidad de Ag en la Actividad Específica del adsorbedor de Ag-SSZ13	187
5.4.8. Influencia de CO ₂ y H ₂ O sobre las Capacidades de Adsorción.....	190
5.5. Conclusiones.....	194
Bibliografía	197

Capítulo 6. Procedimiento Experimental y Caracterización	208
6.1 Reactivos Utilizados.....	209
6.2 Preparación de Nanopartículas Metálicas Soportadas	209
6.2.1 Catalizadores Comerciales utilizados.....	209
6.2.2 Síntesis de catalizadores de Pt soportado	209
6.2.3 Síntesis de catalizadores de Ru soportado.....	210
6.2.4 Síntesis de catalizadores de Pd soportado.....	211
6.2.5 Síntesis de catalizadores de Au/TiO ₂	211
6.2.6 Síntesis de catalizadores de Pt-Au/TiO ₂ y Pd-Au/TiO ₂	212
6.3 Zeolitas comerciales empleadas.....	212
6.4 Síntesis de Zeolitas	212
6.4.1 Zeolita SSZ-13.....	212
6.4.2 Zeolita ITQ-29.....	213
6.4.3 Zeolita SSZ-39.....	214
6.5 Síntesis de Zeolitas Intercambiadas con Ag	216
6.6 Análisis de Reactividad.....	216
6.6.1 Acoplamiento de grupos Nitro, Aldehídos e H ₂	216
6.6.2 Experimentos de escalabilidad.....	217
6.6.3 Experimentos de regenerabilidad	217
6.6.4 Análisis de Adsorción de trazas de Etileno a baja Temperatura.....	218
6.7 Técnicas de caracterización.....	220
6.7.1 Análisis Elemental (AE).....	220
6.7.2 Análisis Termogravimétrico (DTA/TGA)	220
6.7.3 Espectroscopía de Reflectancia Difusa Ultravioleta-Visible (UV-Vis) 220	
6.7.4 Análisis Químico por Espectroscopia de Emisión Atómica con Plasma Acoplado Inductivamente, (ICP-AES)	221

Índice

6.7.5	Análisis Químico por Fluorescencia de Rayos X por Energía Dispersiva (EDXRF)	221
6.7.6	Análisis Textural: Adsorciones de Nitrógeno y Argón	222
6.7.7	Espectroscopía Infrarojo de Adsorción de CO (IR).....	223
6.7.8	Espectroscopía Fotoelectrónica de Rayos X (XPS)	223
6.7.9	Microscopía de Transmisión Electrónica de Alta Resolución (HRTEM/STEM).....	224
6.7.10	Difracción de Rayos X (DRX).....	225
6.7.11	Reducción con H ₂ a Temperatura Programada (TPR)	225
6.7.12	Desorción de C ₂ H ₄ a Temperatura Programada (TPD)....	226
6.7.13	Cromatografía de gases (GC).....	226
6.7.14	Cromatografía de Gases Acoplada a Espectrometría de Masas (GC-MS).....	228
6.7.15	Espectrometría de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) 228	
6.7.16	Obtención de Isotermas de adsorción	228
6.8	Purificación y Caracterización de Nitronas	230
	Bibliografía	237
	Capítulo 7. Conclusiones Generales.....	239
