

Índice de contenidos

Resumen	1
Abstract	3
Capítulo 1- Introducción	5
1.1 El problema ambiental y energético: panorama mundial y nacional	6
1.2 El hidrógeno	10
1.2.1 Fuentes y procesos para la producción de hidrógeno	10
1.2.2. Hidrógeno y celdas de combustible	12
1.3 Reformado catalítico de etanol con vapor de agua para la producción de hidrógeno	17
1.3.1 Caminos de reacción	21
1.3.2 Formación de carbón y desactivación de los catalizadores	22
1.4 Catalizadores y soportes de la reacción de ESR. Antecedentes bibliográficos	23
1.4.1 Metales catalíticos	23
1.4.2. Soportes empleados para las fases activas	26
1.5 Objetivos y contribuciones de la Tesis	29

Capítulo 2-	Técnicas de Caracterización.....	33
2.1	Técnicas generales.....	34
2.1.1	Fisisorción.....	34
2.1.2	Microscopía electrónica.....	40
	Microscopía electrónica de barrido (SEM).....	41
	Microscopía electrónica de transmisión (TEM).....	42
2.1.3	Difracción de rayos X-Método de polvos.....	45
	Análisis microestructural.....	46
2.1.4	Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC).....	49
2.1.5	Espectroscopía Infrarroja por transformada de Fourier (F-TIR)...	50
2.1.6	Termogravimetría (TGA)	51
2.2.	Técnicas específicas.....	52
2.2.1	Reducción a Temperatura Programada (TPR)	52
2.2.2	Quimisorción.....	54
	Método estático.....	56
	Método dinámico.....	57
2.2.3	Reacción de Reformado.....	58
	Equipo experimental de ensayos catalíticos para condiciones severas y moderadas.....	59
	Equipo experimental de ensayos catalíticos para condiciones leves	61

Capítulo 3 – Síntesis	65
3.1 Métodos de producción de soportes basados en CeO₂	65
3.1.1 Co-Precipitación	69
3.1.1.1 Caracterización de la muestra PI	72
3.1.2 Impregnación	76
3.1.2.1 Caracterización de las muestras M/CeO₂/YSZ	78
3.1.2.2 Caracterización de las muestras MZPI	81
3.2 Desarrollo de nuevo método de síntesis para Ce_{0,8}Zr_{0,2}O₂	86
3.2.1 Molienda Mecánica: generalidades y procesamiento mecanoquímico (PMQ)	87
Preparación de muestras	91
3.2.2 Molienda mecánica de CeCl₃-ZrCl₄-NaOH	94
3.2.2.1 Caracterización de los productos de molienda	94
Modo A (400 rpm)	94
Modo B (200 rpm)	98
3.2.2.2 Molienda mecánica de CeCl₃-ZrCl₄-NaOH/NaCl, efecto del NaCl como diluyente	102
3.2.2.3 Mecanismo de formación de Ce_{0,8}Zr_{0,2}O₂: identificación de especies intermedias	106
3.2.3 Impregnación de Metales	111
3.2.3.1 Caracterización de las muestras MZHW	112
3.1 Sumario y Conclusiones	115

Capítulo 4 - Nanocompuestos de M/CeO₂/YSZ (M = Ru, Pd, Ag) para la producción de hidrógeno a partir del reformado de etanol	117
.....	
4.1 Reducción a Temperatura Programada	118
4.2 Actividad Catalítica para la reacción de ESR	120
4.3 Ensayos de estabilidad	127
4.4 Caracterización textural, estructural y microestructural de los catalizadores M/CeO₂/YSZ (M = Ru, Pd, Ag) antes y después de la reacción de ESR	129
4.4.1 Catalizadores calcinados y reducidos	129
4.4.2 Catalizadores luego de la reacción de ESR	131
4.4.3 Catalizadores luego de ensayos de estabilidad y regeneración	131
4.5 Conclusiones	136
Capítulo 5 - Comportamiento catalítico de Ru, Pd y Ni soportados sobre Ce_{0,8}Zr_{0,2}O₂ para la producción de hidrógeno	137
.....	
5.1 Reducción a Temperatura Programada	138
5.2 Quimisorción	143
5.3 Estudio de la actividad catalítica para la reacción de ESR empleando diferentes condiciones experimentales	144
5.3.1 Condiciones de reacción N° 1 (moderadas)	145
5.3.1.1. Catalizadores MZPI	145
5.3.1.2 Catalizadores MZHW	148
5.3.1.3 Comparación de las series MZPI y MZHW	151
5.3.2 Condiciones de reacción N° 2 (severas)	152
5.3.2.1 Caracterización de los catalizadores luego de la reacción de ESR en condiciones severas a 600 °C	158
5.3.3 Condiciones de reacción N° 3 (leves)	161

5.4	Análisis de los caminos de reacción para los metales Ni y Ru.....	165
	5.4.1. Ni.....	165
	5.4.2. Ru.....	167
5.5	Conclusiones.....	168
	<i>Capítulo 6 - Conclusiones generales</i>	171
	<i>Bibliografía</i>	177
	<i>Publicaciones</i>	195