

DEGRADACIÓN FOTOCATALÍTICA DE AZUL DE METILENO EMPLEANDO CATALIZADORES CERÁMICOS DE $Y_{1-x}Bi_xFeO_3$, $0 \leq x \leq 0.5$

Omar Rosales-González¹, Félix Sánchez-De Jesús¹, Mónica Camacho-González², Claudia Alicia Cortés-Escobedo³, Ana María Bolarín-Miró¹



¹Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Mineral de la Reforma, Hidalgo, 42184, México. omarosales91@gmail.com

²Universidad Tecnológica de Tecámac. Tecámac, Estado de México, México.

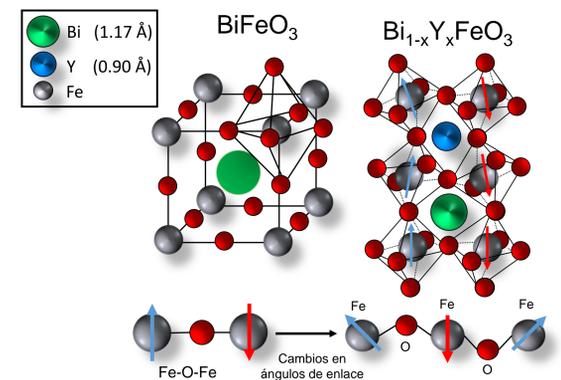
³Centro de Investigación e Innovación Tecnológica, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, 02250, México. claudia.alicia.cortes@gmail.com

1. Resumen

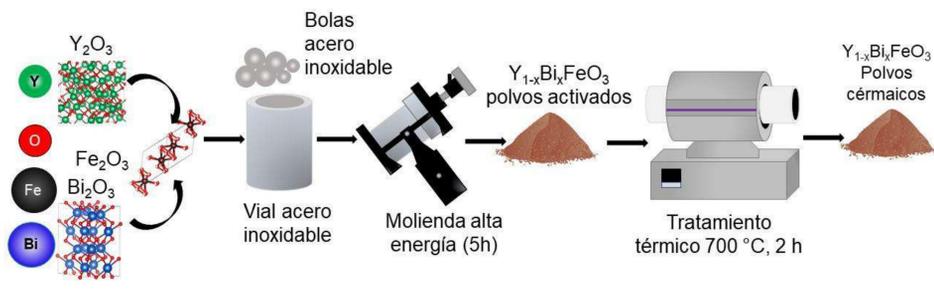
En el presente trabajo se reporta el estudio de la actividad fotocatalítica de $YFeO_3$ dopado con bismuto. La síntesis se realizó por medio de molienda de alta energía durante 5 horas, asistida por tratamiento térmico de los polvos a 700 °C durante 2 h. La difracción de rayos X (DRX) y el refinamiento Rietveld revelan una fase pura de $YFeO_3$ para contenidos de Bi inferiores al 40 % mol. Para niveles de dopaje más altos, la fase de $YFeO_3$ se transforma parcialmente en $Y_3Fe_5O_{12}$. Los ciclos de histéresis magnética muestran un comportamiento ferromagnético para contenidos de bismuto mayores a 0.3 mol, esta magnetización puede ser útil para su recuperación. Los valores de banda prohibida, obtenidos mediante espectroscopía de reflectancia difusa, muestran que los compuestos sintetizados absorben luz visible. Los materiales sintetizados muestran una alta degradación (>80%) fotocatalítica de azul de metileno bajo irradiación de luz visible.

2. Introducción

La actividad fotocatalítica ha sido ampliamente estudiada para la generación de energía limpia y aplicaciones ambientales, como el tratamiento del agua, la eliminación de contaminantes del aire NO_x/SO_x y la descomposición de colorantes industriales. El óxido de titanio (TiO_2) es el material más utilizado como fotocatalizador, ya que presenta alta actividad fotocatalítica así como elevada estabilidad química y estructural. Sin embargo, el TiO_2 presenta valores de banda prohibida en el rango de 3.0 a 3.2 eV, limitando su actividad fotocatalítica solo con luz UV, sin aprovechar la luz visible. En años recientes la ortoferrita de itrio ($YFeO_3$) con estructura tipo perovskita distorsionada se ha reportado como un material con buenas propiedades fotocatalíticas empleando luz visible. Adicionalmente, realizando un adecuado dopaje, es posible incrementar su actividad fotocatalítica, así como inducir ferromagnetismo, lo cual facilitaría la recuperación del fotocatalizador.



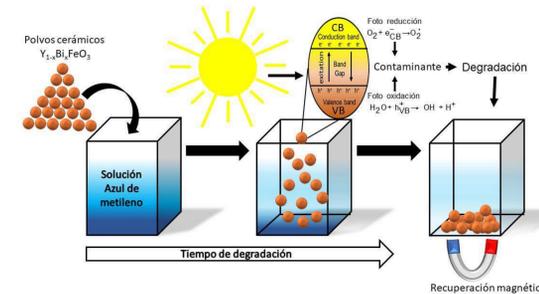
3. Experimental



Caracterización

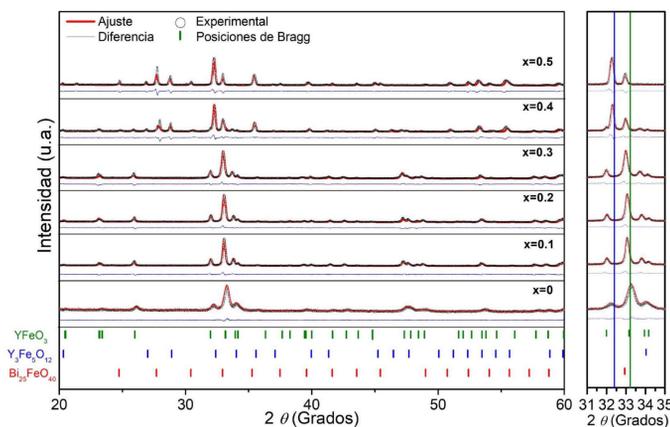


Fotodegradación



4. Resultados

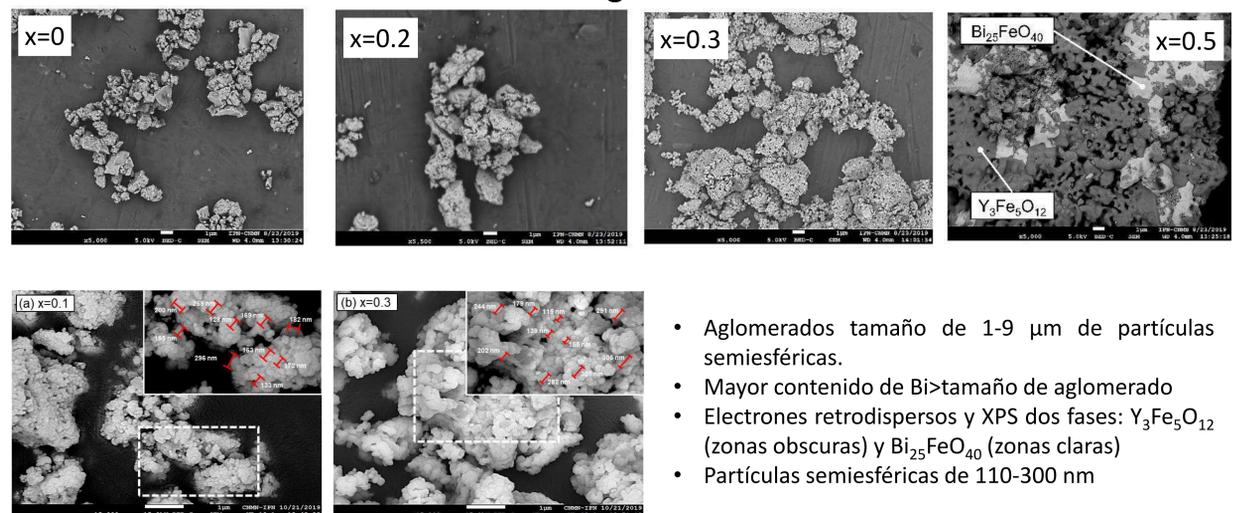
4.1 Estructura cristalina



Patrones de difracción/Refinamiento Rietveld para los polvos cerámicos:

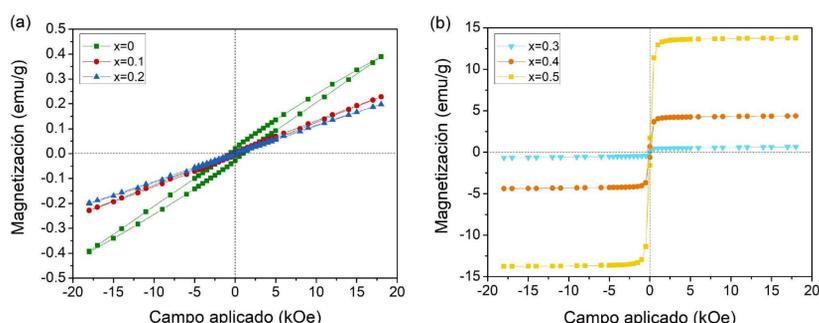
- Fase $YFeO_3$ ($Pnma$, ICSD #80865) pura para $x \leq 0.3$ de contenido de Bi^{3+}
- Fases secundarias de $Y_3Fe_5O_{12}$ y $Bi_{25}FeO_{40}$ para $x > 0.3$

4.2 Morfología



- Aglomerados tamaño de 1-9 μm de partículas semiesféricas.
- Mayor contenido de Bi > tamaño de aglomerado
- Electrones retrodispersos y XPS dos fases: $Y_3Fe_5O_{12}$ (zonas oscuras) y $Bi_{25}FeO_{40}$ (zonas claras)
- Partículas semiesféricas de 110-300 nm

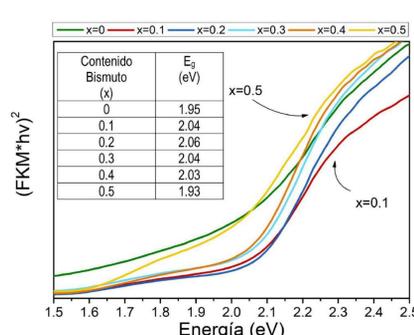
4.3 Comportamiento magnético



Ciclos de Histéresis magnéticos de los polvos:

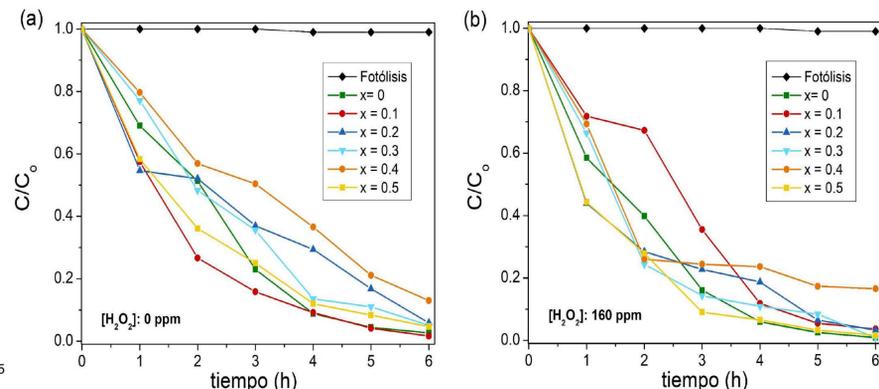
- Antiferromagnetismo $x < 0.3$ de contenido de Bi^{3+}
- Ferromagnetismo para $x \geq 0.3$, dominado principalmente por la fase $Y_3Fe_5O_{12}$

4.4 Reflectancia Difusa



Determinación de los valores de banda prohibida por medio de la función modificada de Kubelka-Munk

4.4 Desempeño fotocatalítico



Degradación de azul de metileno bajo luz visible y condiciones: (a) sin agente oxidante y (b) usando 160 ppm de H_2O_2 como agente oxidante

5. Conclusión

- Se obtiene una fase $YFeO_3$ pura hasta contenidos de Bi^{3+} con $x=0.3$, mayores contenidos propician fases secundarias $Y_3Fe_5O_{12}$ y $Bi_{25}FeO_{40}$
- Los polvos constan de aglomerados de partículas en un rango de 1-9 μm para los aglomerados y de 110-300 nm para las partículas
- Las muestras con $x < 0.3$ muestran un comportamiento antiferromagnético característico de la $YFeO_3$, contenidos superiores de Bi^{3+} proporcionan ferromagnetismo
- Los valores de banda prohibida se encuentran en el espectro de luz visible, el Bi^{3+} no afecta en gran medida la absorción de luz
- La degradación de azul de metileno alcanza sobre el 80% para todas las muestras de polvos cerámicos
- Los catalizadores pueden ser recuperados magnéticamente