



2nd International Symposium on Master Engineering

Booklets



RENIECYT - LATINDEXT - EBSCO - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - Google Scholar DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Synthesis of an Nd:YAG ceramic material for laser applications

Author: ECHARTEA-REYES, Olga Alondra

Editorial label ECORFAN: 607-8695
 BIMES Control Number: 2022-18
 BIMES Classification (2022): 231122-0018

Pages: 21
 RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
 143 – 50 Itzopan Street
 La Florida, Ecatepec Municipality
 Mexico State, 55120 Zipcode
 Phone: +52 1 55 6159 2296
 Skype: ecorfan-mexico.s.c.
 E-mail: contacto@ecorfan.org
 Facebook: ECORFAN-México S. C.
 Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción

Los sistemas cerámicos a base de itrio y óxido de aluminio cuentan con una estructura cúbica centrada en el cuerpo de tipo granate, y el compuesto lleva por nombre granate de itrio de aluminio. El cual posee excelentes propiedades ópticas y una excelente estabilidad química.



Figura 1.- Cristales Nd-YAG

Propiedades ópticas del YAG

El granate de itrio y aluminio es un óxido de itrio y aluminio $Y_3Al_5O_{12}$ que cuando se dopa con cationes de tierras raras es capaz de desarrollar buenas propiedades ópticas.

En los laboratorios Bell en 1964 se demostró que, dopando el granate de itrio y aluminio con Nd^{3+} , se podía crear un buen medio láser sin saber en ese entonces que se trataba del material más importante usado como láser de estado sólido en la actualidad

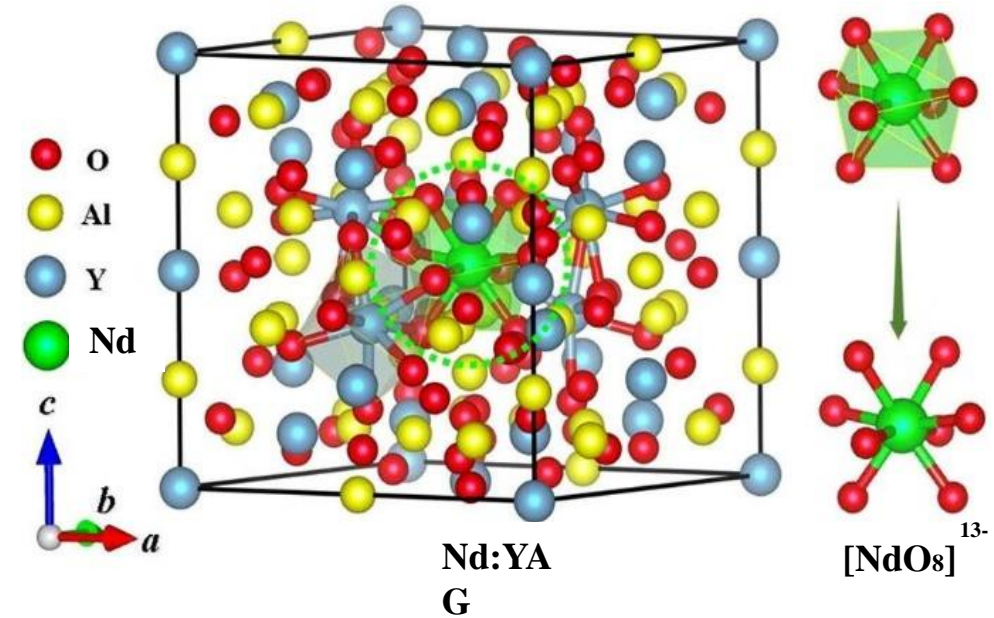


Figura 2.- Estructura cristalina de YAG dopado con Nd.

Metodología

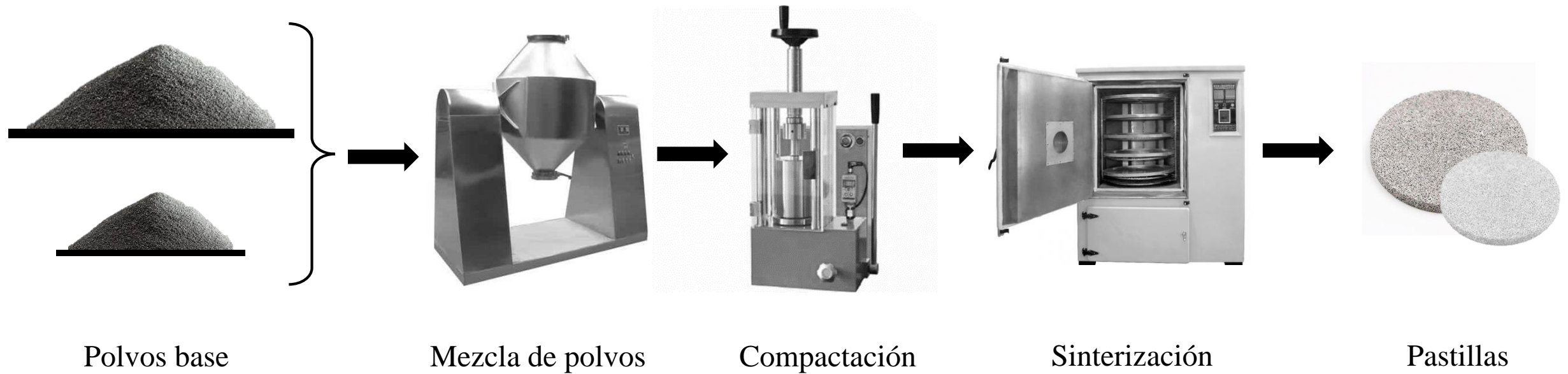


Figura 3.- Diagrama de flujo general del procedimiento.

Preparación de polvos

Para el presente estudio, se sintetizó la perovskita $2Y_3Al_5O_{12}$. Para ello, se preparó una mezcla en cantidades estequiométricas según la reacción 1.



Figura 4.- Muestra preparada según cantidades estequiométricas.

Molienda

Se molieron polvos de Y_2O_3 y $5Al_2O_3$ (Sigma-Aldrich, 99.9% de pureza y tamaño de $1 \mu m$) en un molino planetario (Retsch PM 100, Alemania).

- Duración de molienda: 3 horas.
- Velocidad de rotación: 300 rpm.

Se utilizó un recipiente de acero inoxidable con elementos de trituración de óxido de zirconia.

- Diámetro: 0.3 cm.
- Relación peso de polvo / peso de bola: 1:12.



Figura 5.- Contenedor de acero con elementos de molienda.

Granulometría de polvo

Se determinó la distribución del tamaño de partícula y el área superficial específica utilizando un equipo *Mastersizer* 2000 de origen inglés.

Las mezclas de polvos resultantes de la etapa de molienda se sometieron a un tratamiento térmico a 900° C, 1,100° C, 1,300° C y 1,500 ° C, para seguir el avance de la reacción 1.

- Temperatura indicada: 1500 °C



Figura 6.- Equipo para determinar la granulometría del polvo.

Preparación de mezclas

Una vez que se determinó la temperatura a la que se completa la reacción 1, se prepararan mezclas de los 2 componentes iniciales con adiciones de Neodimio:

- 0 % atómico
- 0.25 % atómico
- 0.5 % atómico
- 1 % atómico

Compactación

Con los polvos obtenidos de la molienda se fabricaron muestras cilíndricas de un peso de 1.039 g, 0.838 g, 0.909 g y 0.895 g. La compactación se llevó a cabo por un prensado uniaxial usando 350 Mpa en una prensa hidráulica marca *Montequipo* modelo *LAB-30-T*.



Figura 7.- Prensa uniaxial

Sinterización

Las pastillas serán sinterizadas a la temperatura en donde se completa la reacción 1. El tratamiento térmico se llevó a cabo en un horno de resistencia eléctrica (*Carbolite* RHF17 / 3E, Inglaterra).

- Duración: 1 hora
- Velocidad de calentamiento: 25 ° C / min.



Figura 8.- Horno de resistencia eléctrica

Análisis termogravimétrico

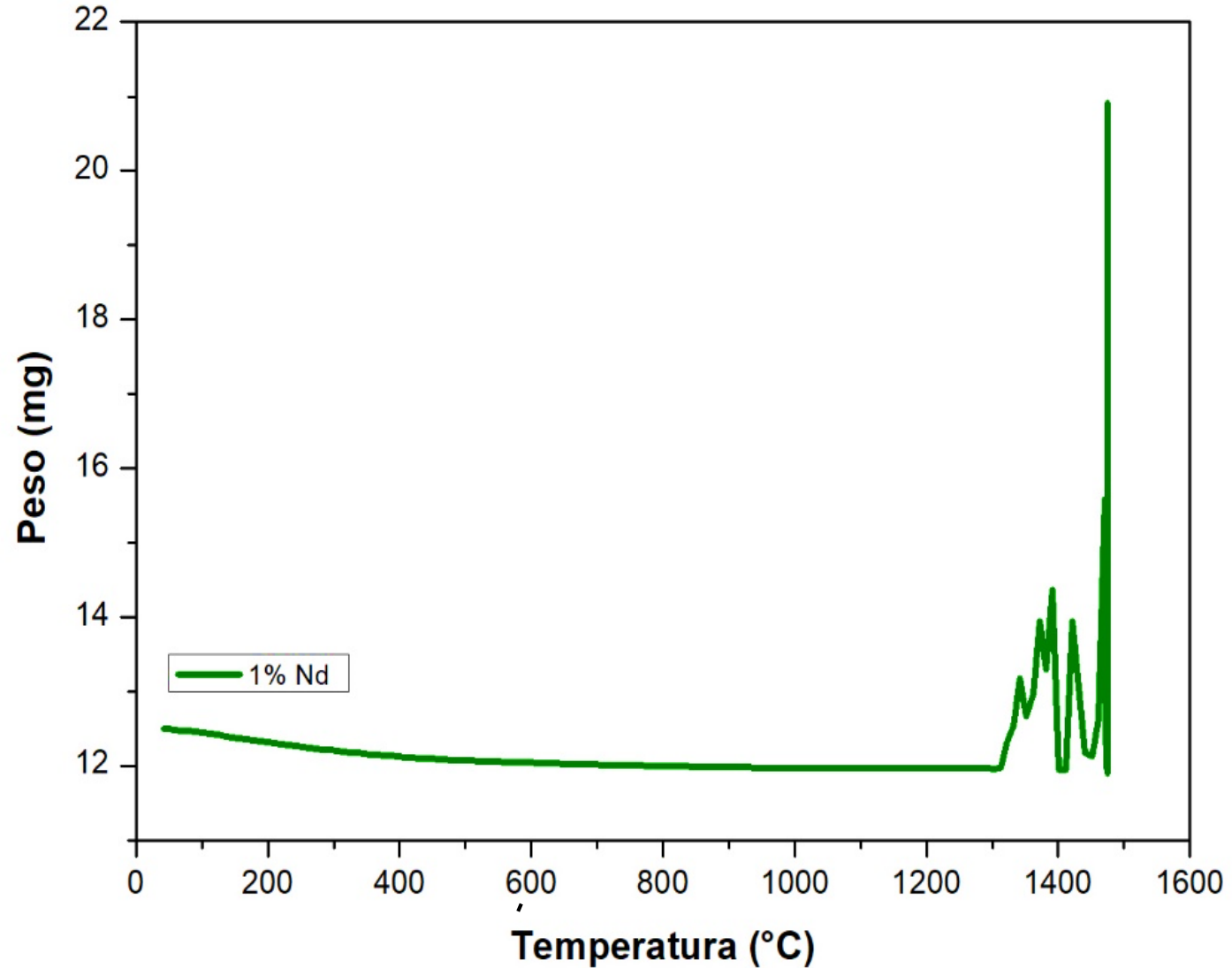


Figura 9.- Análisis termogravimétrico con 1% de inclusión de Nd.

Distribución tamaño de partícula

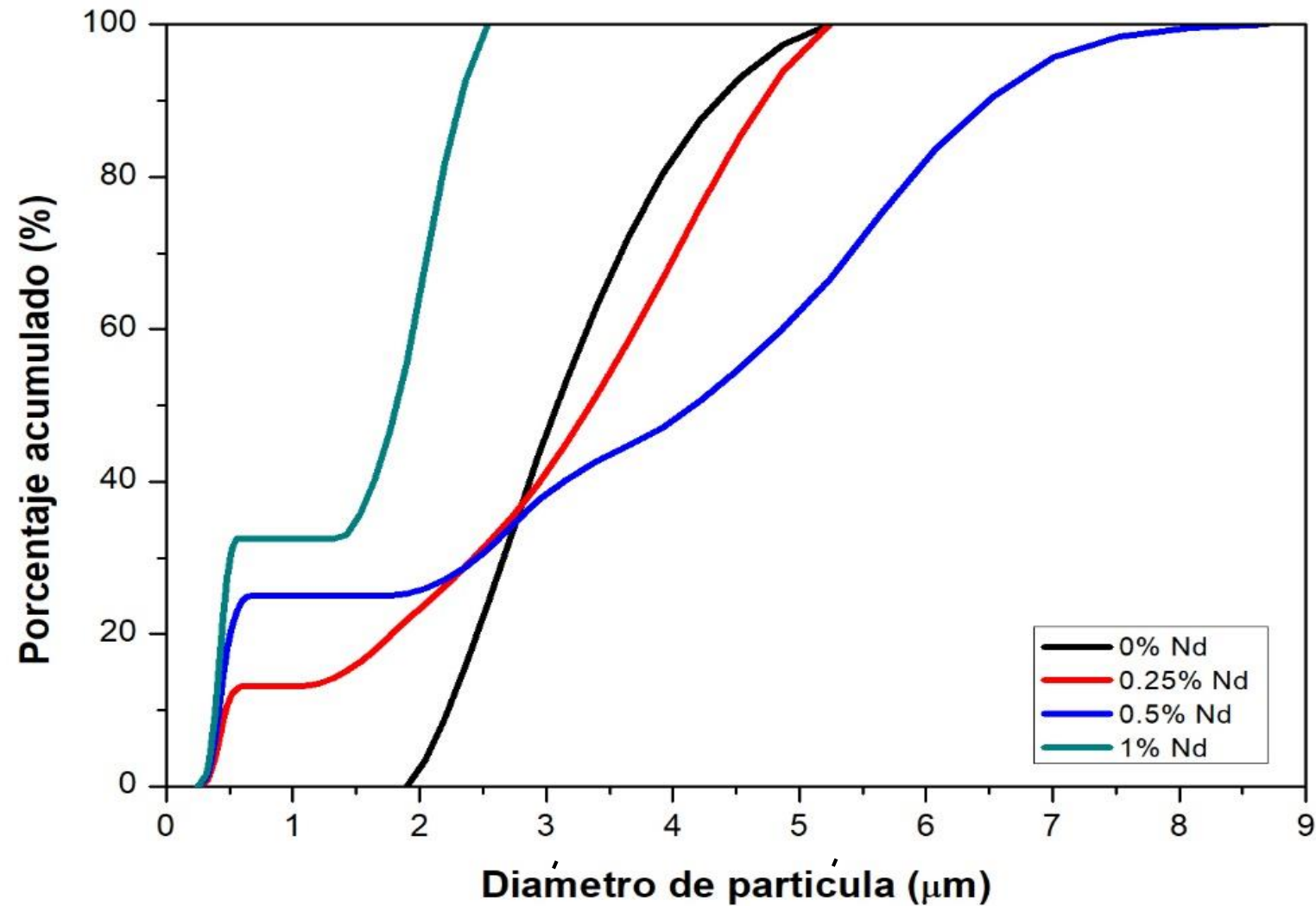


Figura 10.- Análisis de distribución de tamaño de partícula.

Resultados

Densidad

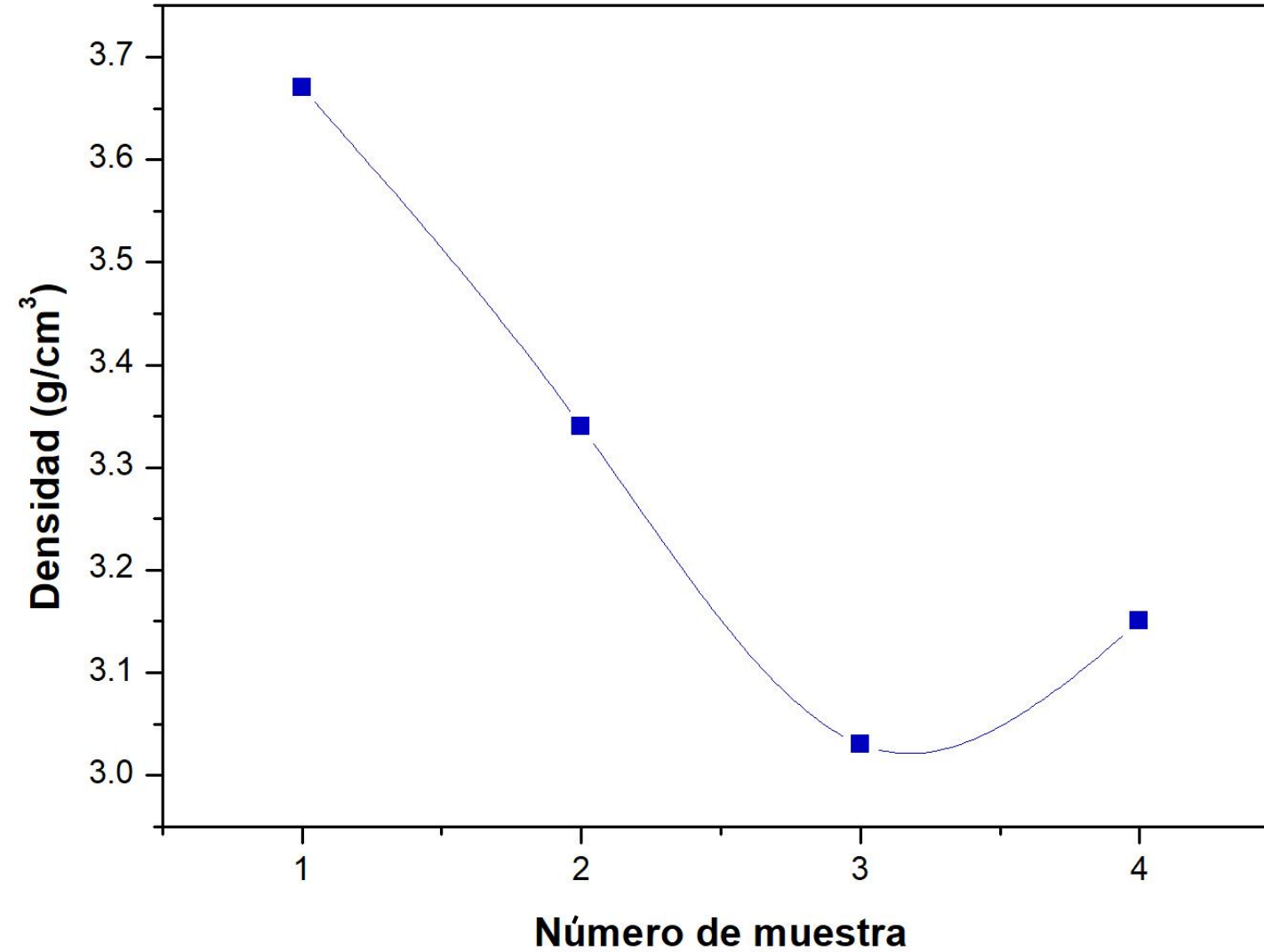


Figura 11.- Densidad medida en las 4 muestras.

Resultados

Difracción de Rayos X

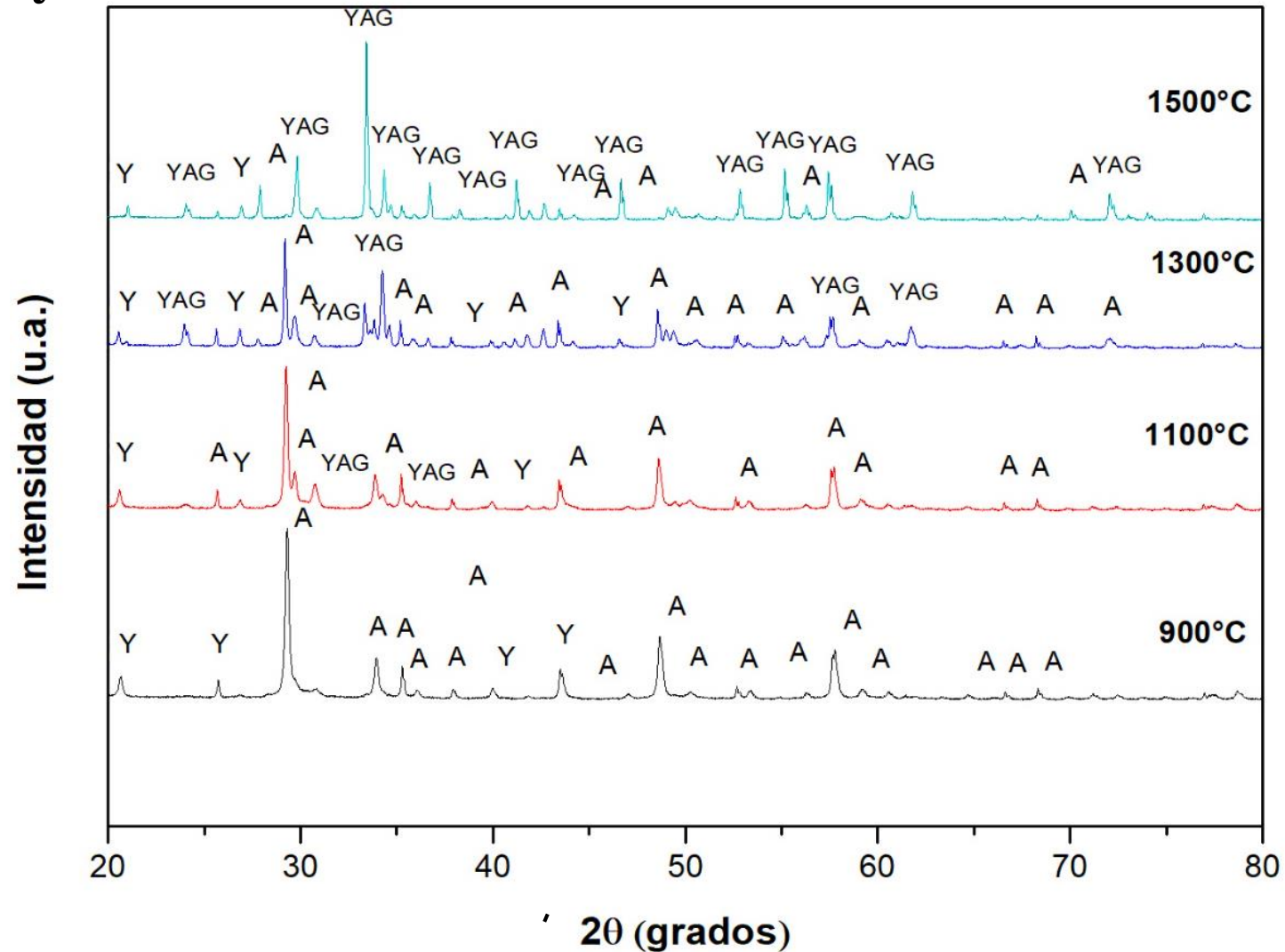


Figura 12.- Patrones de difracción de la mezcla de polvo $Y_2O_3 + Al_2O_3$ sometidos a ensayos interrumpidos a diferentes temperaturas

Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier

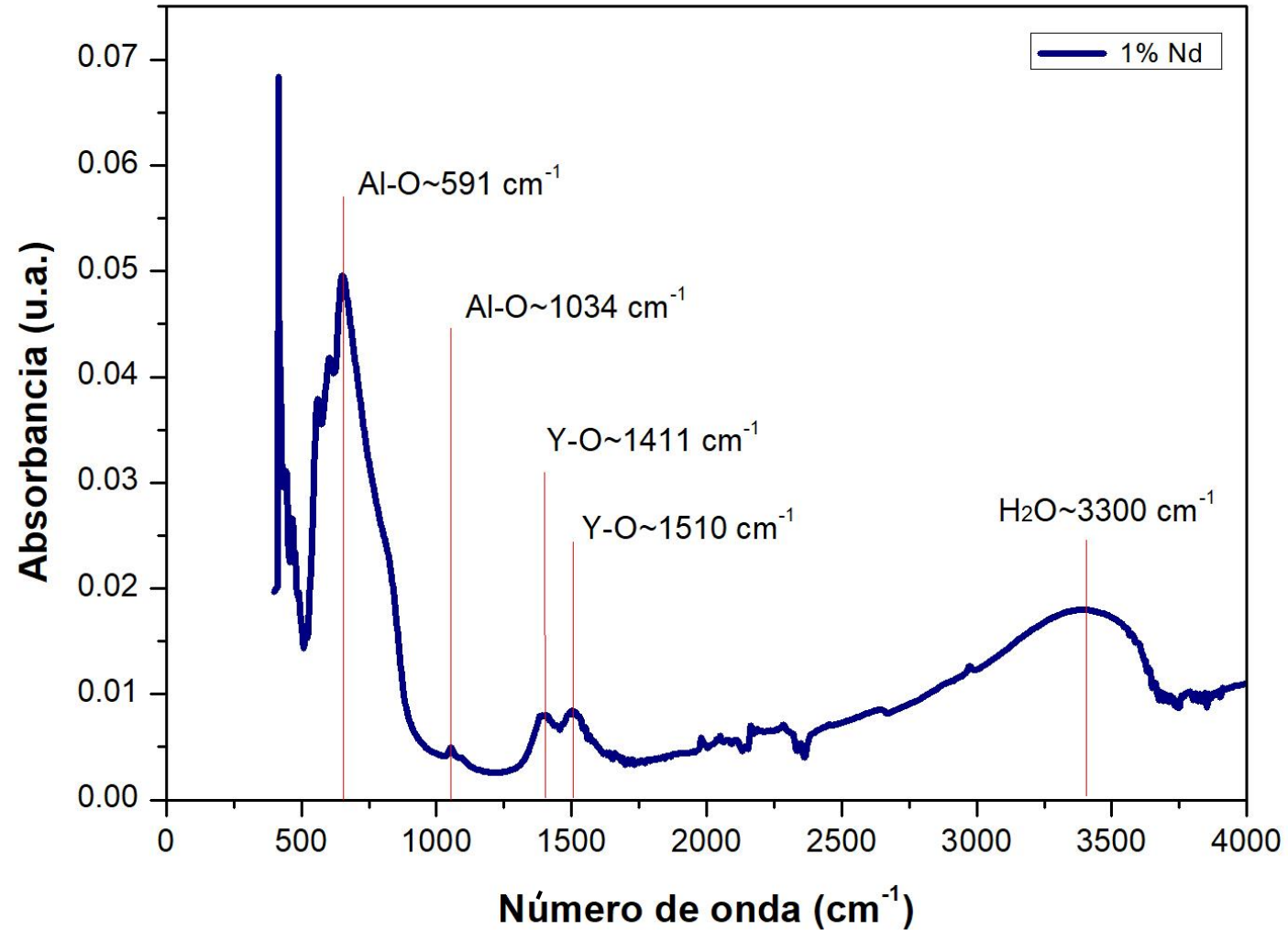


Figura 13.- FTIR del Nd-YAG a 1% de adición.

Resultados

Microestructura

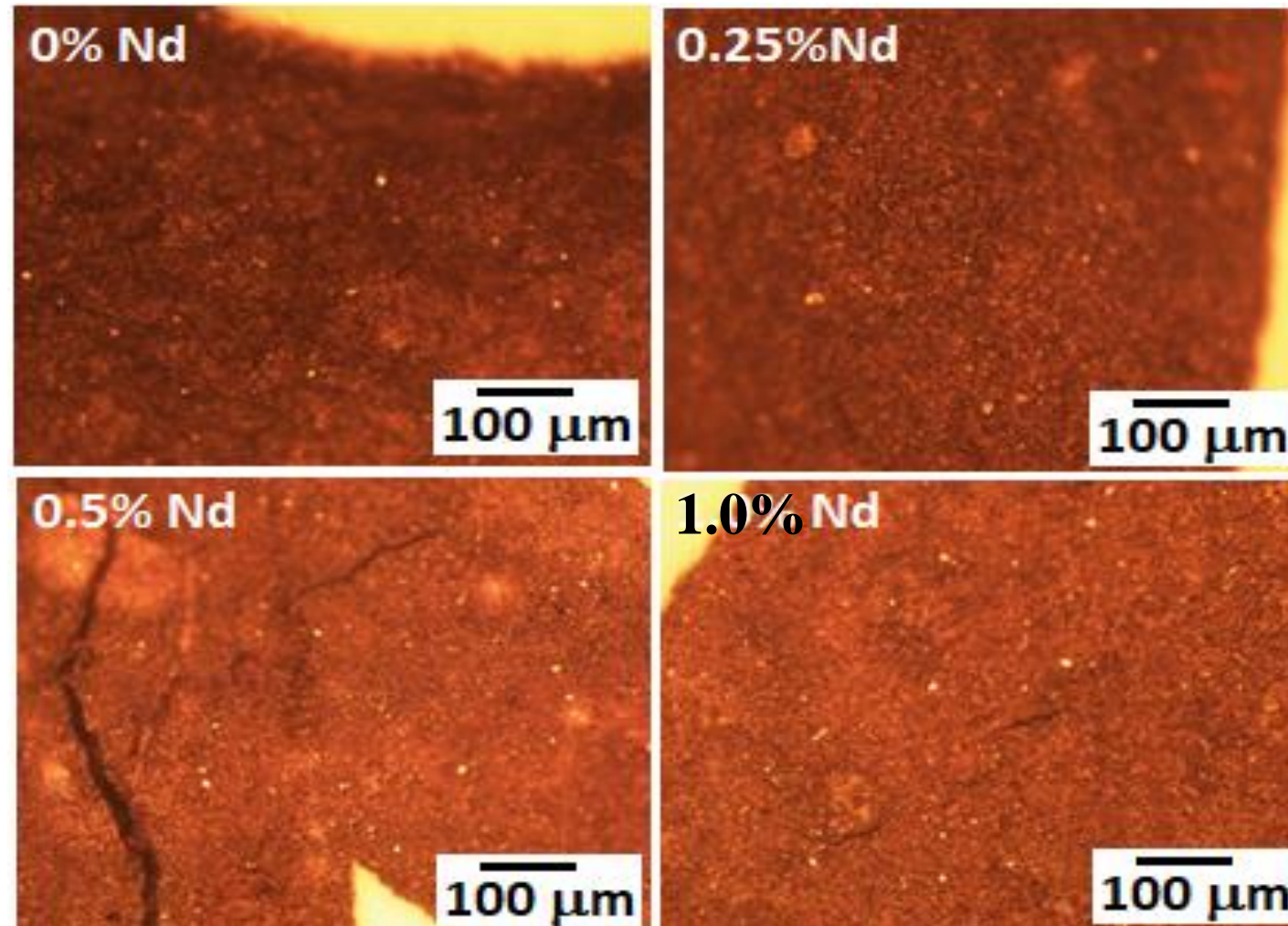


Figura 14.- Micrografías de diferentes muestras sinterizadas tomadas con el microscopio óptico

Resultados

Espectro de absorción

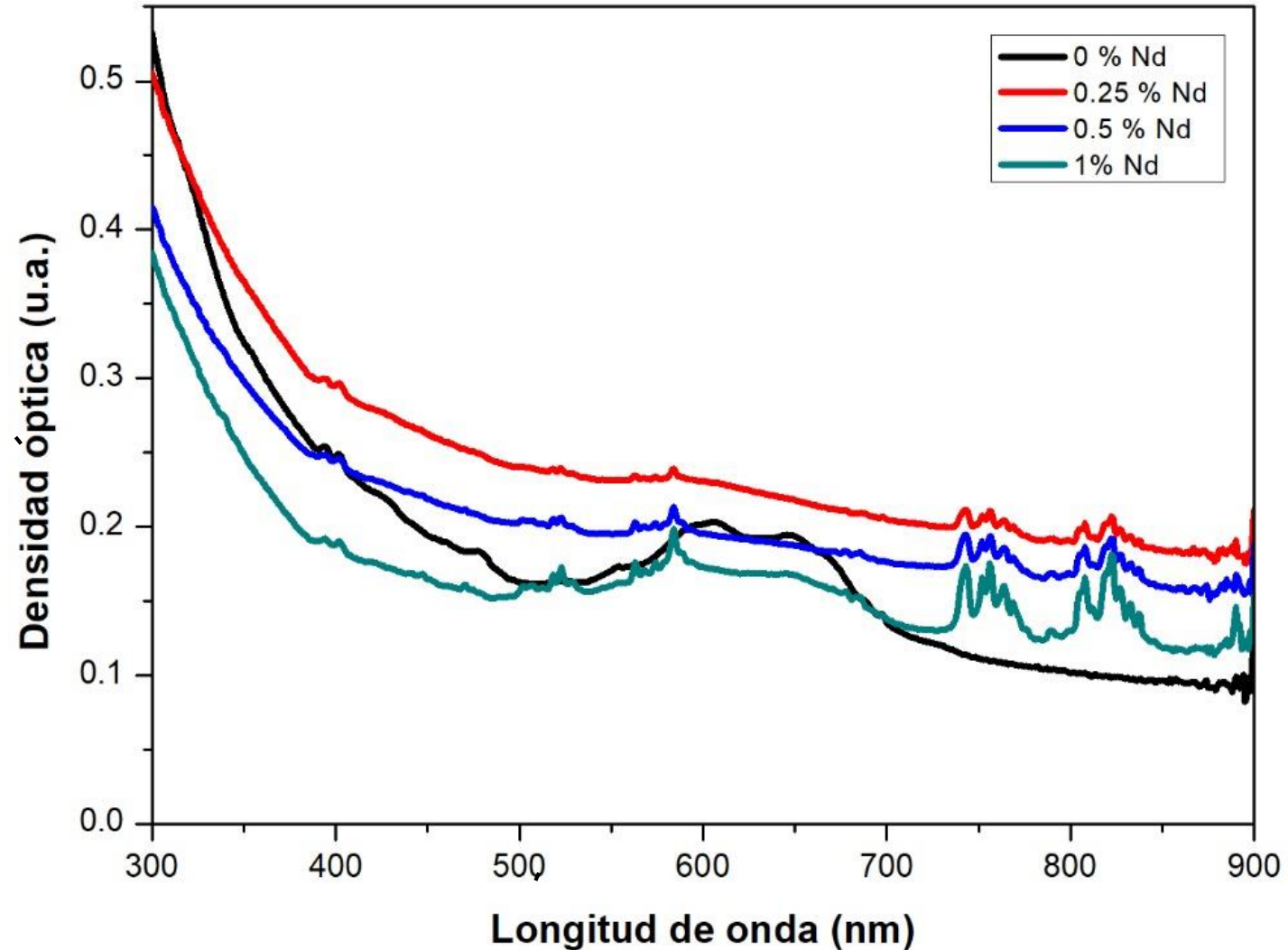


Figura 15.- Espectro de absorción de las 4 muestras con diferentes adiciones de Nd.

Espectro de emisión

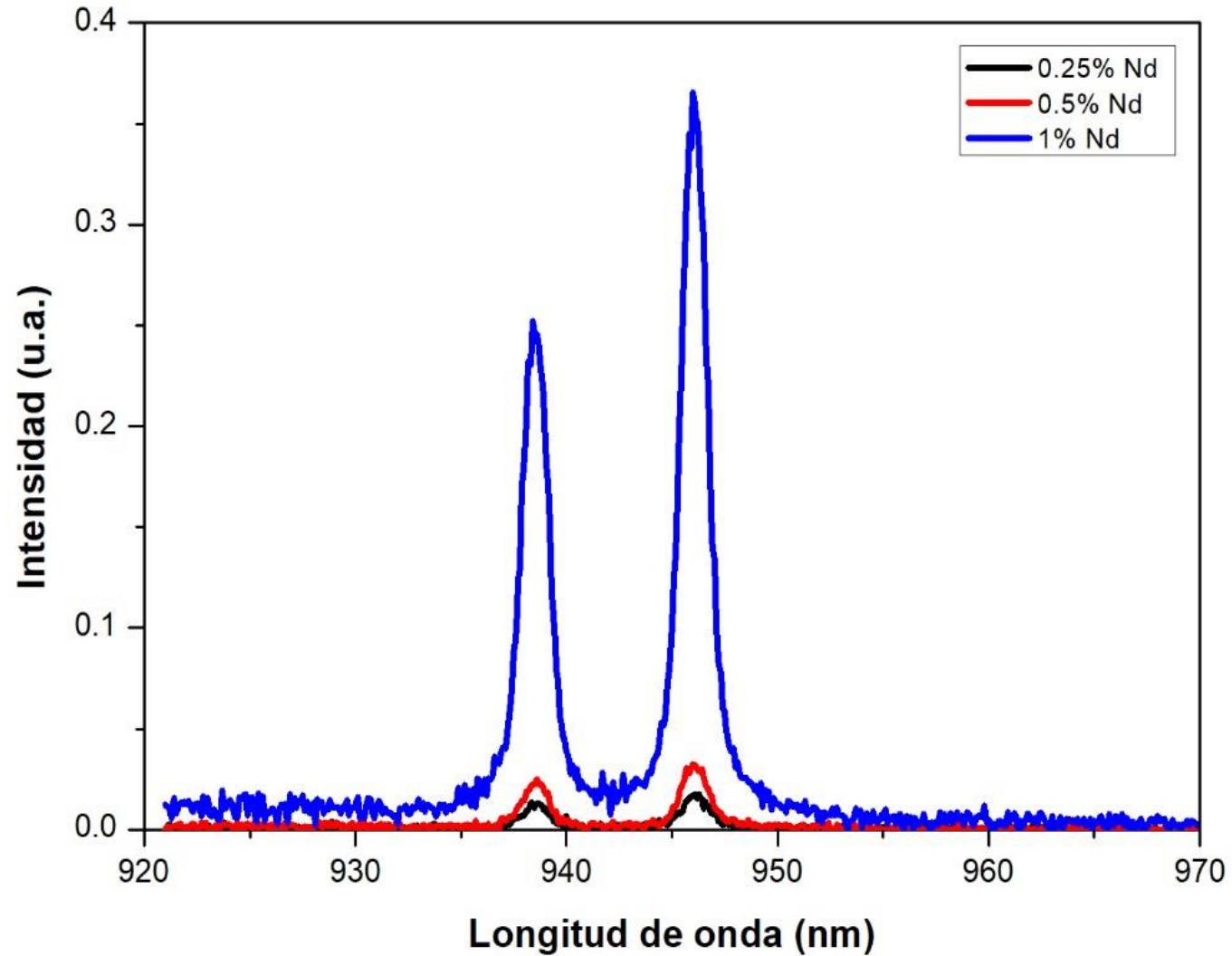


Figura 16.- Espectro de emisión del Nd-YAG en el rango de 920 a 970 nm.

Espectro de emisión

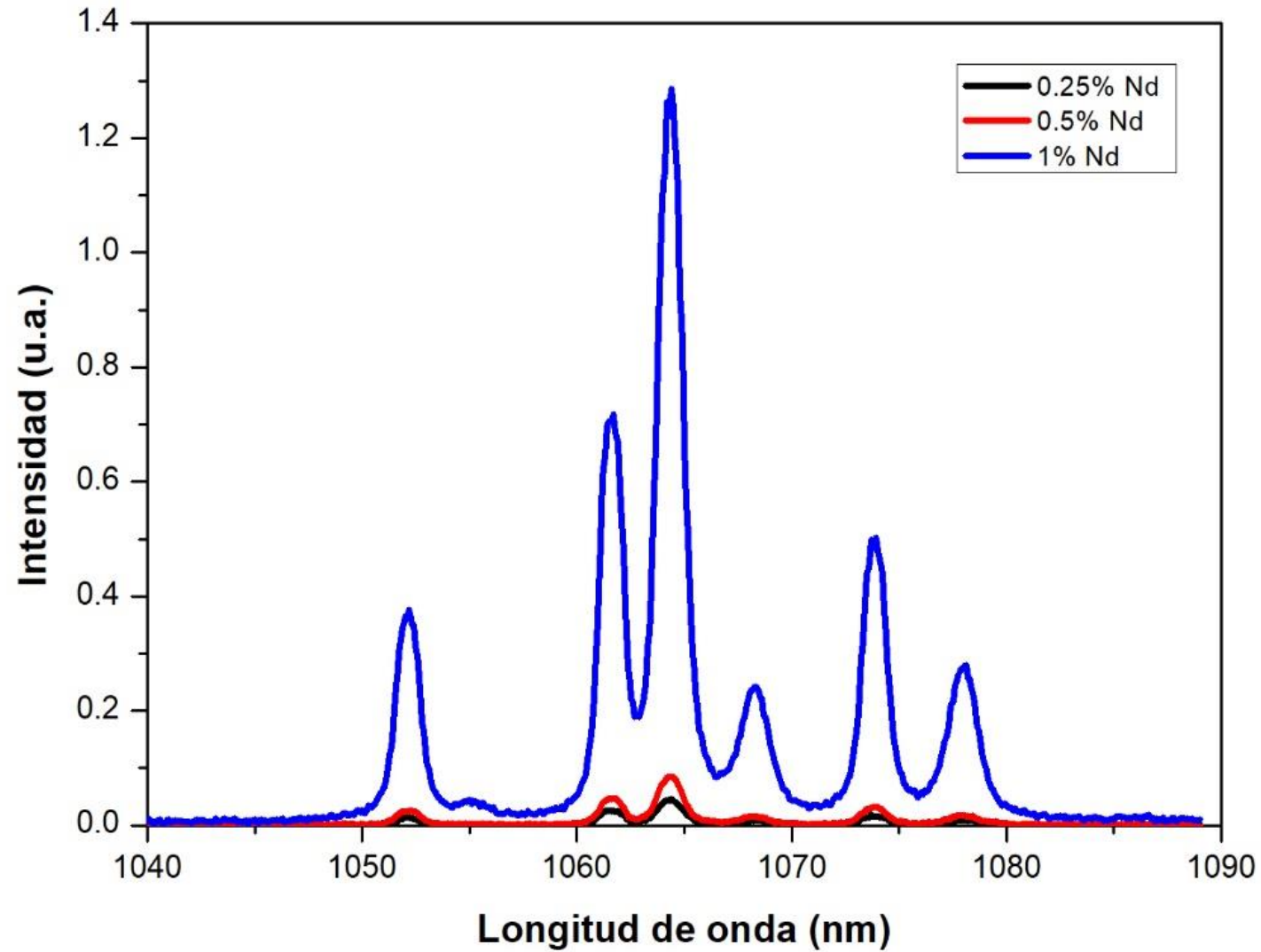


Figura 17.- Espectro de emisión del Nd-YAG en el rango de 1040 a 1090 nm.

Espectro de emisión

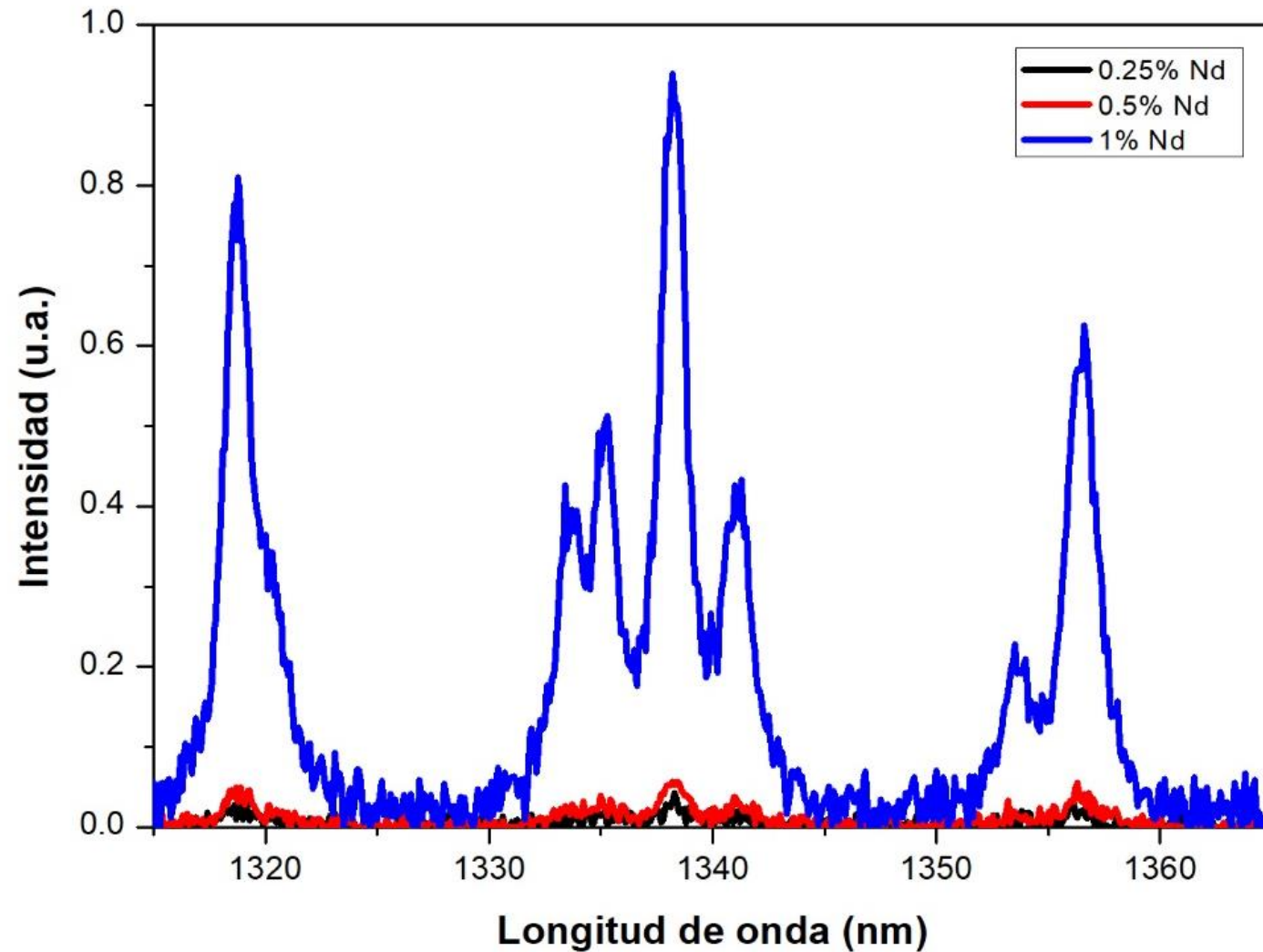


Figura 18.- Espectro de emisión del Nd-YAG en el rango de 1315 a 1365 nm.

Conclusiones



- Las buenas propiedades ópticas del compuesto fabricado se deben en gran parte a la microestructura muy fina del compuesto.
- A través de la metodología propuesta que involucra reacciones en estado sólido entre Al_2O_3 y Y_2O_3 , fue factible fabricar el granate de itrio aluminio dopado con neodimio con buenas características ópticas.
- Los patrones de difracción de rayos X indican que la formación del compuesto $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ por reacción en estado sólido comienza aproximadamente a los $1,100\text{ }^\circ\text{C}$ y se completa a los $1,500\text{ }^\circ\text{C}$, asimismo, que el compuesto recién formado tiene una estructura cristalina cúbica.

Conclusiones



- Los espectros obtenidos por FTIR, indican la presencia de los 2 grupos funcionales (Al-O y Y-O) del compuesto $Y_3Al_5O_{12}$.
- El análisis por espectroscopia de emisión óptica indica longitudes de onda acordes con la estructura electrónica de los elementos del Nd:YAG sintetizado.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BIMES is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/booklets)