

# FÓSFOROS DE BANDA ESTRECHA CON EMISIÓN EN EL ROJO PARA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL

Rubén Alfredo Hernández Zamudio<sup>1</sup>, Germán López Pacheco<sup>2</sup>, y Federico González García<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Posgrado en Energía y Medio Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, CDMX, México

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, CDMX, México

\*Correo electrónico: fgg@xanum.uam.mx

## INTRODUCCIÓN

La tecnología de iluminación basada en diodos emisores de luz (LED por sus siglas en inglés) ha permitido el uso eficiente de la energía eléctrica destinada a iluminación artificial [1]. No obstante, los procesos utilizados para la síntesis de los materiales luminiscentes (fósforos) empleados en esta industria requieren de un consumo elevado de energía asociado, por ejemplo, a temperaturas altas, presiones elevadas o de vacío implicados en la producción de los fósforos. Lo anterior da lugar a una amplia huella energética [2]. En el mismo sentido, el uso de materias primas con poca disponibilidad global contribuye a un uso energético considerable para su obtención dada la creciente demanda global de luz artificial [3]. En consecuencia, el uso de fósforos a base de elementos con mayor disponibilidad global y de procesos de síntesis a presión atmosférica y menores temperaturas, en principio, permitirían una reducción de impacto al ambiente [4].

### DESCRIPCIÓN

El trabajo propuesto se enfoca en la síntesis de un material luminiscente con la incorporación de impurezas en su estructura que permitan la emisión en el color rojo a través del proceso de corrimiento descendente de fotones de las regiones del cercano ultravioleta (NUV, por sus siglas en inglés) o del azul, donde los diodos emisores de luz son altamente eficientes.

### JUSTIFICACIÓN

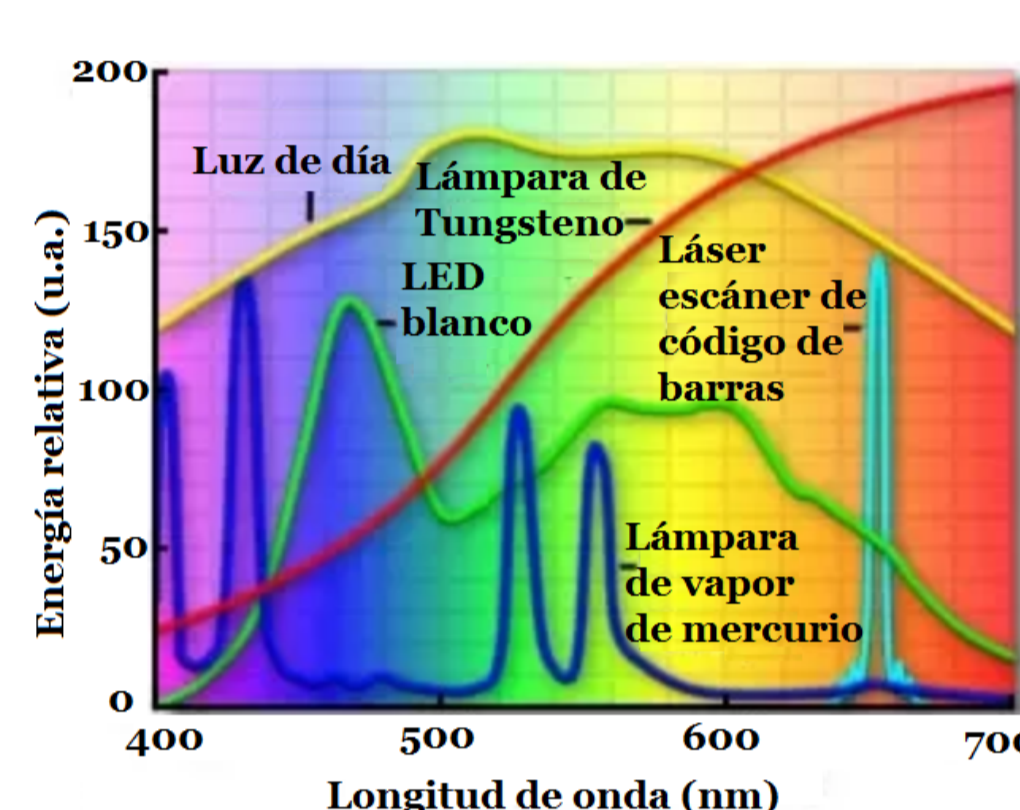
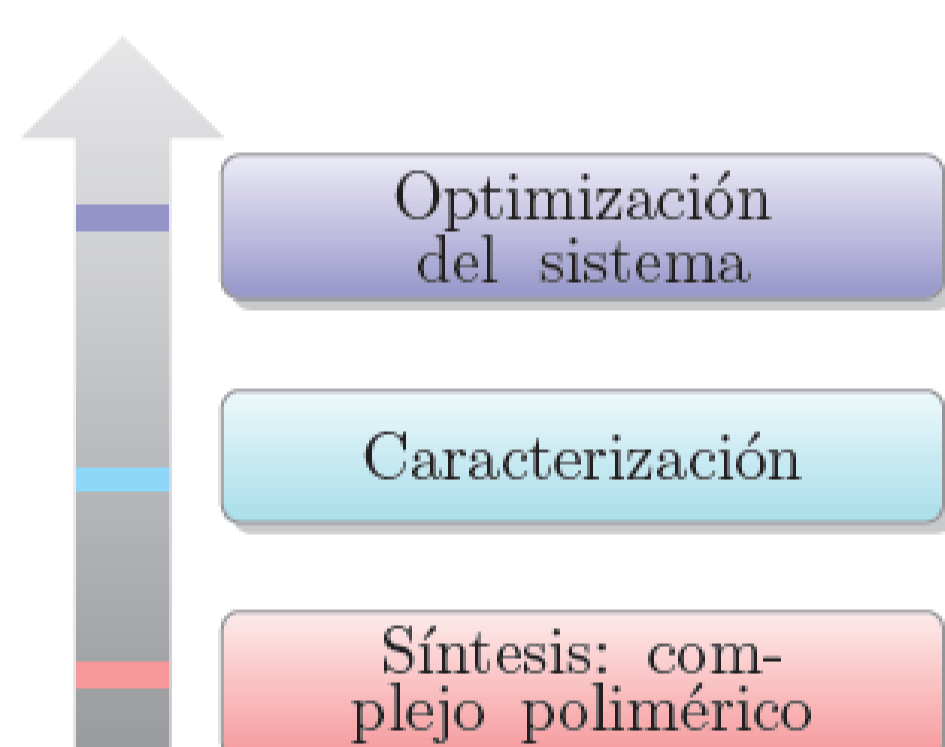


Fig 1. Espectros de fuentes de luz.

### PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿ La incorporación de ciertas impurezas, particularmente de metales de transición, a la estructura cristalina del aluminato de calcio itrio dopado con europio trivalente ( $CaYAl_3O_7:Eu^{3+}$ ) o con praseodimio trivalente ( $CaYAl_3O_7:Pr^{3+}$ ) permitirá una mayor eficiencia en la emisión en el color rojo al ser excitada en la región del NUV o azul?

### METODOLOGÍA

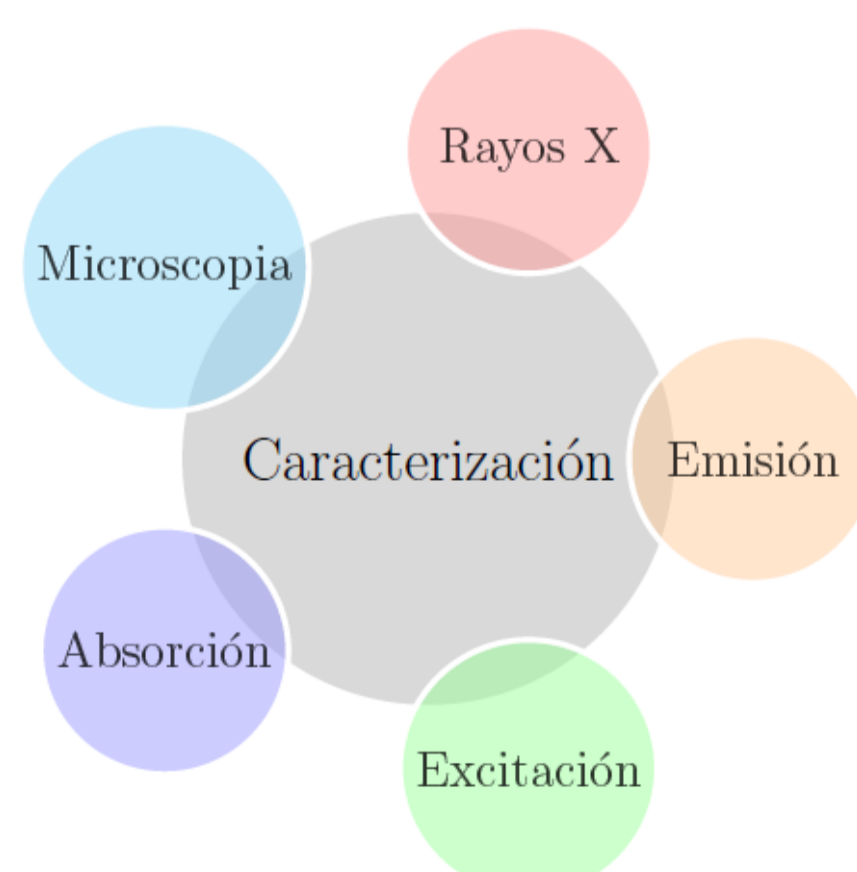


### PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

#### Método del complejo polimérico

- Cantidades estequiométricas de los reactivos (nitratos de Al, Ca, Pr, Y) fueron pesadas.
- Las resinas fueron precalcinaadas en una mufla a 350 °C por 2 h.
- Los polvos precalcinaados fueron calcinaados a 1000 °C por 4 h en atmósfera de aire.

### CARACTERIZACIÓN



### DIFRACCIÓN DE RAYOS X

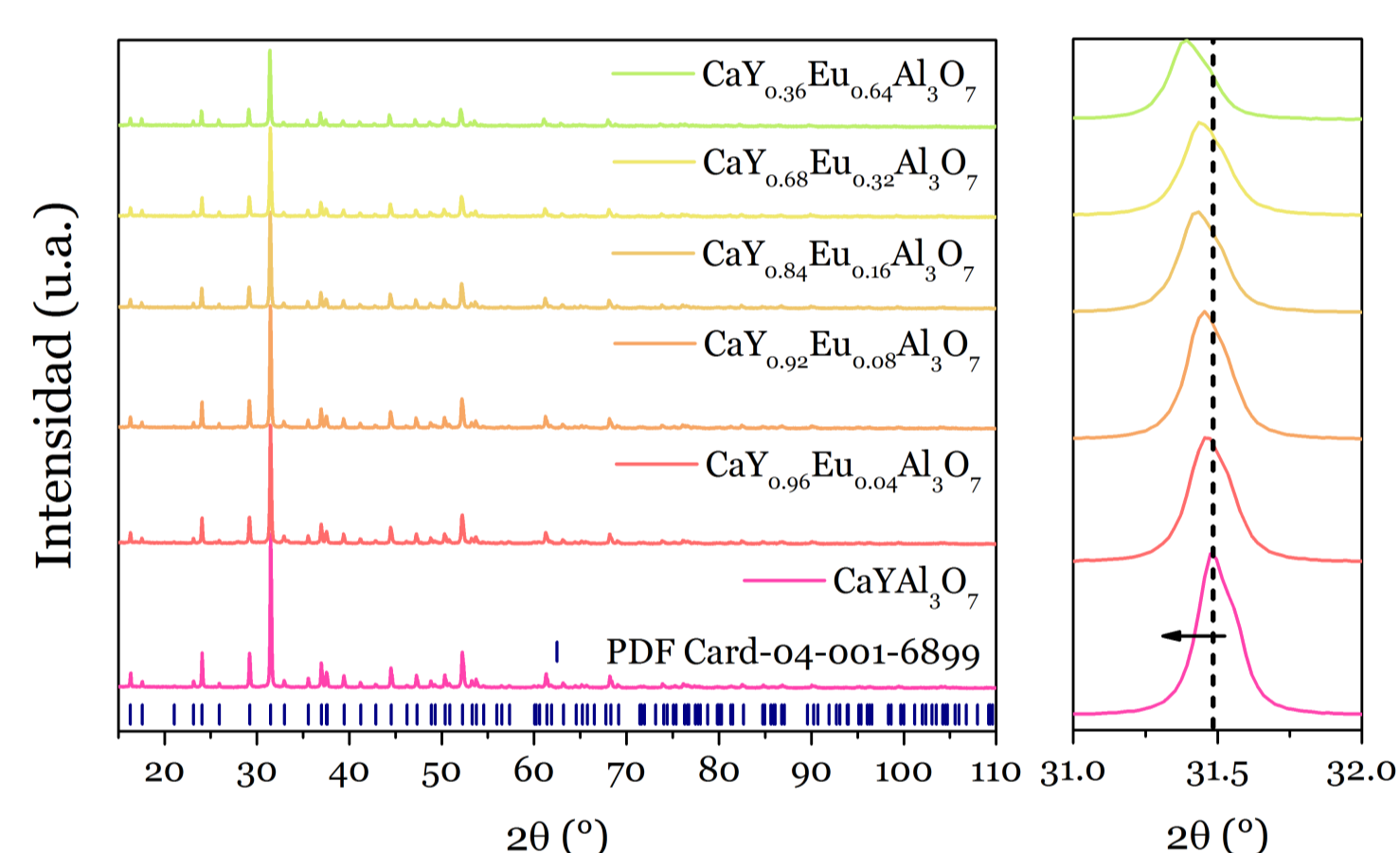


Fig 2. Patrones de difracción de RX de las muestras  $CaYAl_3O_7$  y  $CaY_{1-x}Eu_xAl_3O_7$  ( $x = 0.04, 0.08, 0.16, 0.32$  y  $0.64$ ).

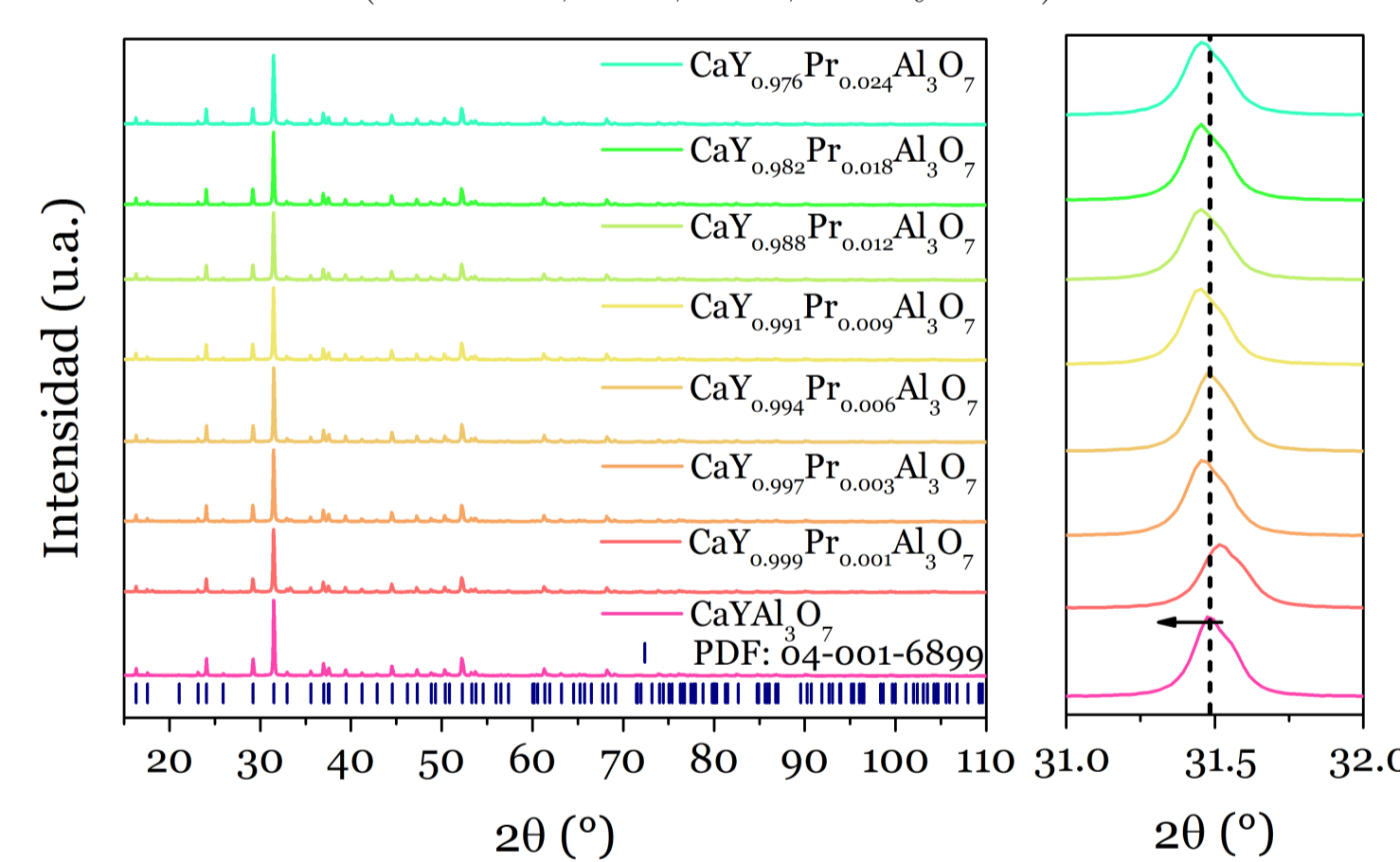


Fig 3. Patrones de difracción de RX de las muestras  $CaYAl_3O_7$  y  $CaY_{1-x}Pr_xAl_3O_7$  ( $x = 0.001, 0.003, 0.006, 0.009, 0.012, 0.018$  y  $0.024$ ).

### CELDA CRISTALINA

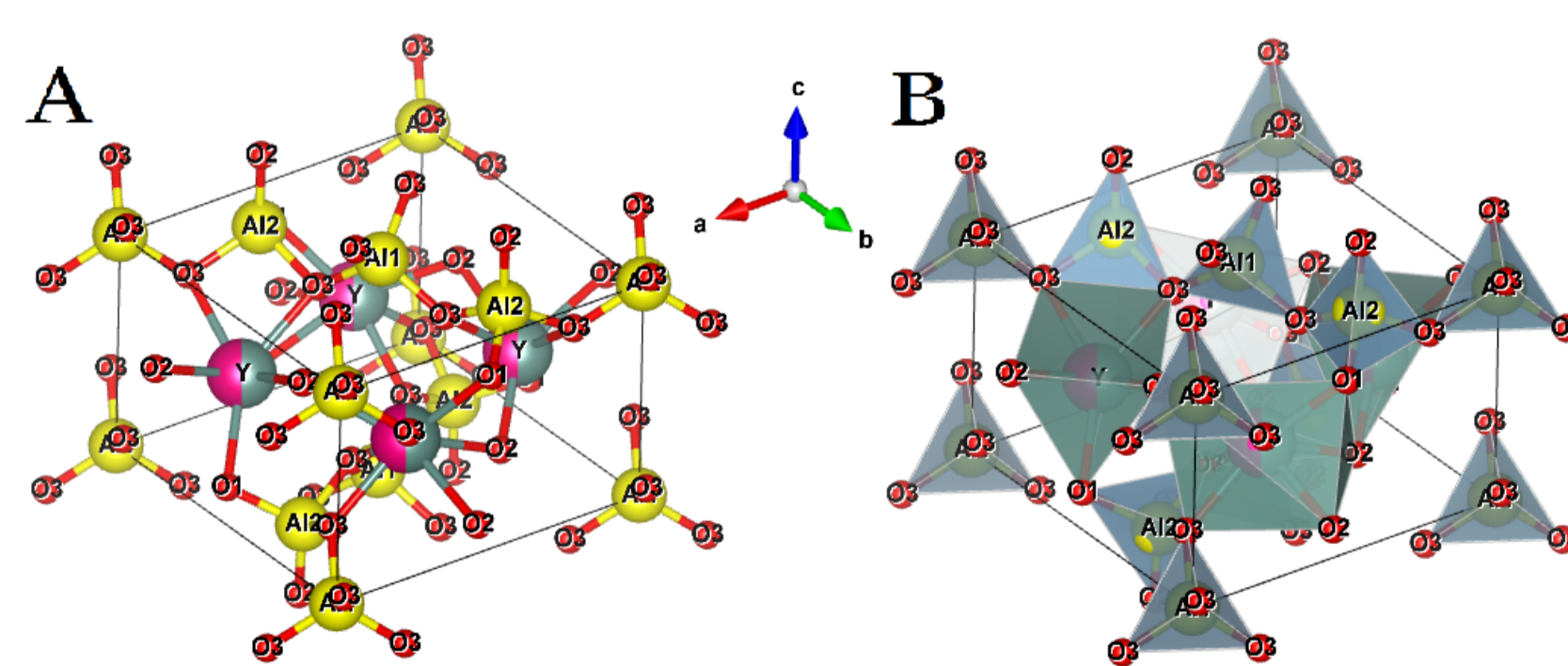


Fig 4. (A) Celda unitaria y (B) Poliedros de coordinación de la muestra de  $CaYAl_3O_7$ .

### CONCENTRACIÓN VS EMISIÓN

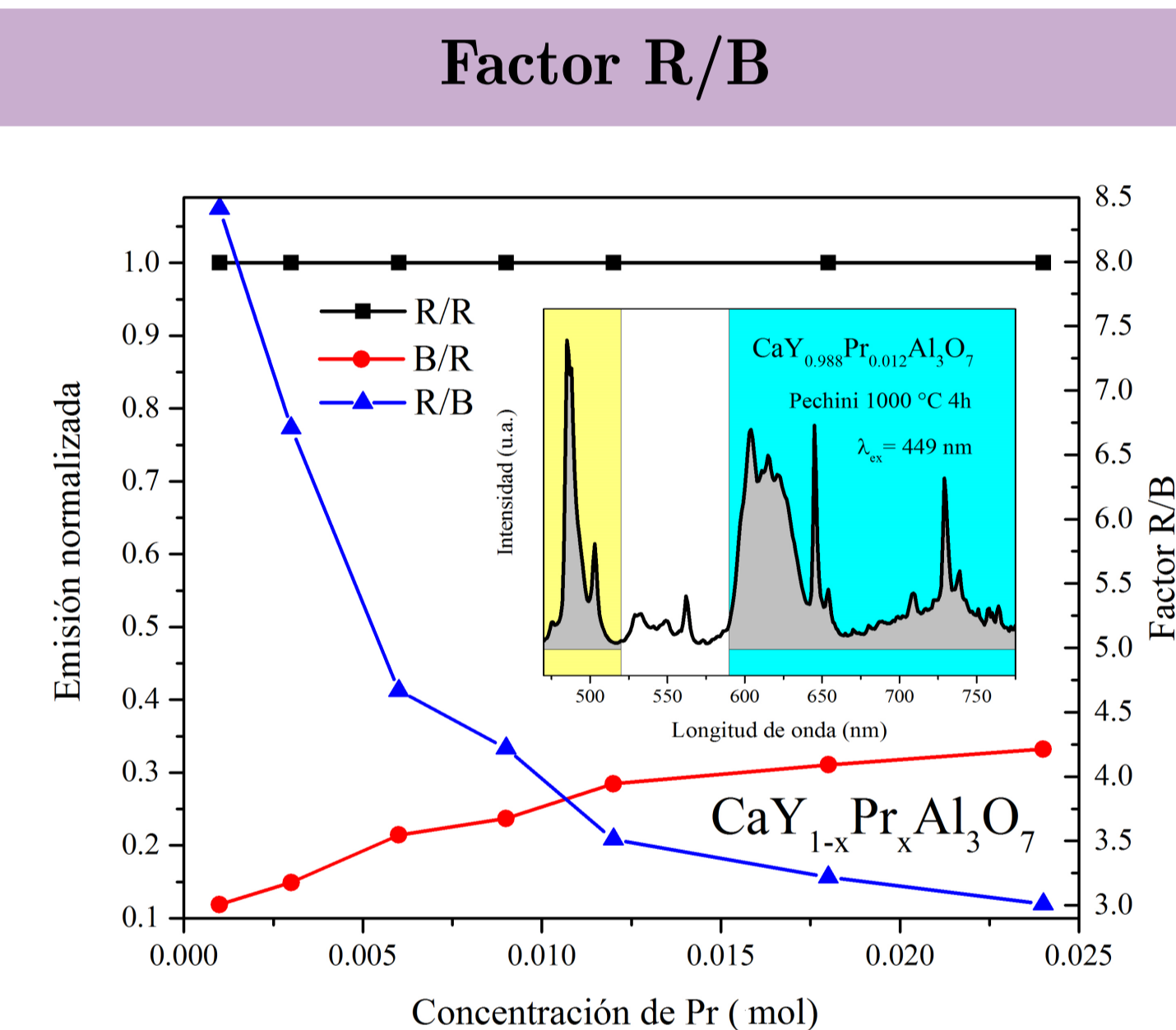


Fig 5. Factores R/R, B/R y R/B de las muestras  $CaY_{1-x}Pr_xAl_3O_7$  ( $x = 0.001, 0.003, 0.006, 0.009, 0.012, 0.018$  and  $0.024$ ).

### ESPECTROS ÓPTICOS

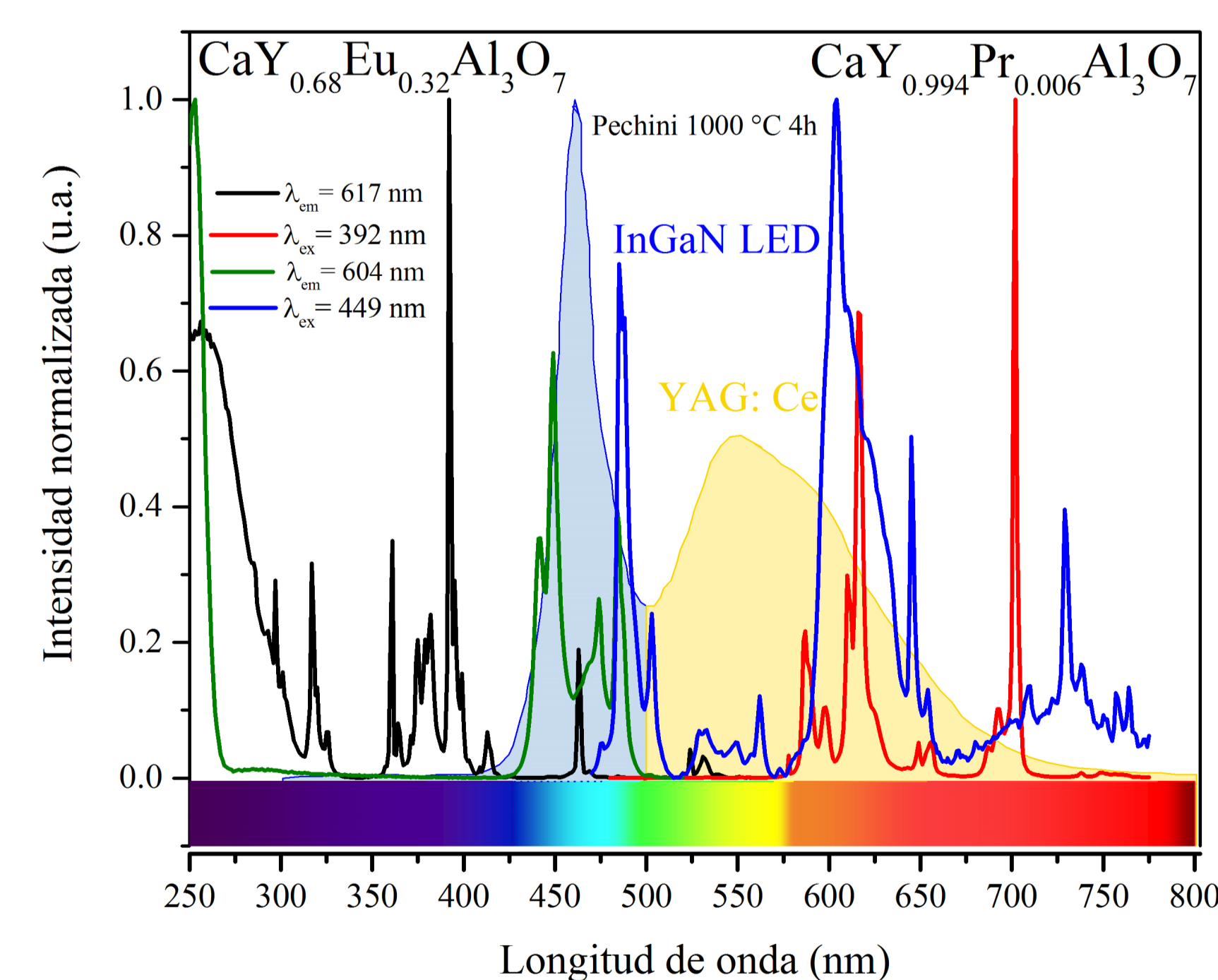


Fig 6. Espectros de excitación y emisión del  $CaYAlO:Eu$  con concentración de 0.32 de  $Eu$ ,  $CaYAlO:Pr$  con concentración de 0.006 de  $Pr$  y distribución espectral de un led blanco frío.

## CONCLUSIONES

Los polvos cerámicos de  $CaY_{1-x}Eu_xAl_3O_7$  ( $x = 0, 0.04, 0.08, 0.16, 0.32$ , y  $0.64$ ) y  $CaY_{1-x}Pr_xAl_3O_7$  ( $x = 0, 0.001, 0.003, 0.006, 0.009, 0.012, 0.018$  and  $0.024$ ) fueron sintetizados a partir del método del complejo polimérico. Todas las muestras de los compuestos exhiben una estructura tetragonal después de un proceso de calcinación a 1000 °C por 4 h. La mayor intensidad de la emisión se obtuvo para las muestras de  $CaY_{0.68}Eu_{0.32}Al_3O_7$  y  $CaY_{0.994}Pr_{0.006}Al_3O_7$ . Los espectros de excitación y emisión de estas muestras permiten concluir el posible uso de estos fósforos con emisión en el rojo, bajo la excitación de luz en el NUV.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al CONAHcyT por el otorgamiento de la beca doctoral a Rubén Alfredo Hernández Zamudio (CVU 955907). Asimismo, agradecimientos a los laboratorios de Rayos X (T-128) UAM-I y de Catálisis y Materiales Avanzados (T-258) UAM-I por las mediciones de RX y absorbancia, respectivamente.

## REFERENCIAS

- [1] International Energy Agency, *Building Energy Performance Metrics, Supporting Energy Efficiency Progress in Major Economies*, (2015).
- [2] Z. Wang *et al.*, *Joule* 5, 914-926, (2018).
- [3] A. Gulley *et al.*, *PNAS* 115, 4111-4115, (2018).
- [4] J. Ha *et al.*, *J. Mater. Chem. C* 25, 7734-7744, (2019).