

## Biosíntesis de nanopartículas de ZnO usando extractos del tallo, hoja y flor de *Tithonia diversifolia*

Paula Deyanira Orantes-Calleja <sup>1</sup>, Anahí Jobeth Borrás-Enríquez <sup>1\*</sup>, Pascual López-De Paz <sup>2</sup>, Omar Venegas-López <sup>1</sup>, Sergio Alberto Gamboa-Sánchez <sup>3</sup>

<sup>1</sup> División de Ingeniería en Energías Renovables, Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso, Av. Instituto Tecnológico s/n, Ejido de San Felipe del Progreso, San Felipe del Progreso, Estado de México, México.

<sup>2</sup> Instituto de Investigación e Innovación en Energías Renovables. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Libramiento Norte Poniente 1150, Colonia Lajas Maciel C.P.29039 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

<sup>3</sup> Instituto de Energías Renovables. Universidad Nacional Autónoma de México. Privada Xochicalco S/N. 62580. Temixco, Morelos. México.

\* Autor de correspondencia: [anahi.be@sfelipeprogreso.tecnm.mx](mailto:anahi.be@sfelipeprogreso.tecnm.mx)

**Energías Renovables** (Energía solar. Materiales orgánicos). **Ponencia Virtual.**

Recibido: 22 de agosto de 2023 Aceptado: 5 de octubre de 2023 Publicado: 23 de noviembre de 2023

**Palabras clave:** biosíntesis; planta forrajera; nanomateriales, nanopartículas.

**Introducción.** Las NP de ZnO se utilizan en múltiples aplicaciones, como administración de fármacos, antimicrobianas, catálisis, en fotónica, optoelectrónica, etc. Entre las nanopartículas de óxidos metálicos, el óxido de zinc es una de las más estudiadas durante los últimos quince años debido a su fácil síntesis (Ngom et al., 2020). Los métodos de síntesis verde, tienen la ventaja de ser amigables con el medio ambiente y muestran un gran potencial en la síntesis de nanopartículas de óxido de zinc a menor costo y mayor pureza. Se han utilizado varios compuestos de biomasa para sintetizar nanopartículas de ZnO, como extractos de hojas, semillas, flores, vainas, raíces, frutos y microorganismos (Hafez et al., 2020). *Tithonia diversifolia* es una planta forrajera invasiva que se encuentra en gran parte del territorio mexicano, sin embargo, dicha planta invade los cultivos de maíz y otras gramíneas, generando una disminución de la eficiencia de producción. En México, no es considerada de utilidad, por lo que resulta atractivo generar una aplicación a dicha planta invasora (Ajao & Moteetee, 2017). El objetivo de esta investigación fue sintetizar ZnO:Mg, a partir de los extractos vegetales de *T. diversifolia*, así como la caracterización de sus propiedades fisicoquímicas para una posible aplicación.

### Materiales y Métodos.

1. *T. diversifolia*, fue recolectada en los municipios de San Felipe del Progreso y Atlacomulco del Estado de México. Los componentes de la planta, se deshidrataron mediante un proceso de secado a 60°C. Una vez deshidratados, fueron molidos y tamizados.
2. Para la biosíntesis de ZnO se utilizaron 20-30 ml de extracto de cada parte de la planta y se calentaron a 60-70°C. Alcanzando la temperatura, se agregaron 2-3 g de Nitrato de Zinc (sal precursora) mediante agitación constante (300-400 rpm/min) durante 2 h.
3. Para el tratamiento térmico de los materiales biosintetizados, las muestras se colocaron en una mufla hasta alcanzar los 400 °C. Manteniendo esa temperatura durante 2 h.
4. La caracterización de los polvos de ZnO, se realizó mediante: Difracción de rayos X, Microscopía electrónica de barrido (SEM) y Reflectancia difusa.

### Resultados.

Los espectros de identificación de ZnO obtenidos de la biosíntesis con extractos de Hoja, Tallo y Flor de *T. diversifolia* se muestran en la Figura 1. Donde se detectaron 70 planos, característicos de Zn y O.

La NP sintetizada, de menor tamaño, fue la realizada a partir de la flor, con 18.24 nm (Tabla 1).

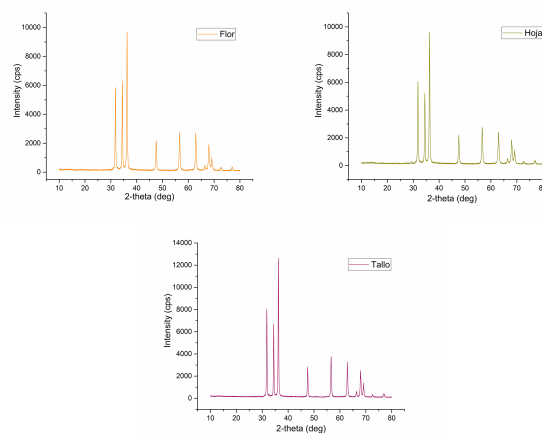


Figura 1. Difracción de Rayos X de síntesis de ZnO de la biosíntesis de *T. diversifolia*.

Tabla 1. Datos obtenidos para el cálculo de tamaño de cristal de la biosíntesis a partir de los componentes de *T. diversifolia*.

Muestras	Tamaño promedio (nm)
Síntesis a partir de la Hoja	20.61
Síntesis a partir de la Flor	18.24
Síntesis a partir de la Tallo	21.54

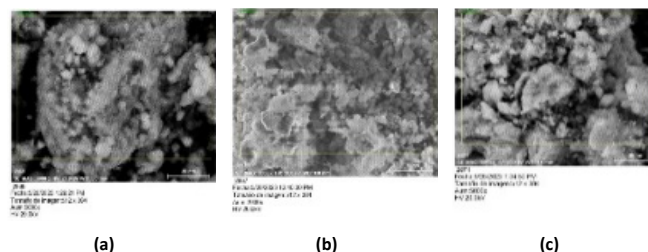


Figura 2. Resultados de SEM de la biosíntesis con a) Flor b) Hoja y c) Tallo de *T. diversifolia*.

Los resultados arrojados por el SEM (Fig. 2), presentaron tamaños de partícula similares a los arrojados por los cálculos (Tabla 1) a partir de la difracción de rayos x. Los resultados a partir del EDS arrojaron la presencia de Zinc, Oxígeno y Magnesio, en los 3 análisis.

Para la síntesis a partir de la Flor, el espectro mostró un pico de absorción a una longitud de onda de alrededor de 367 nm, que puede atribuirse a la absorción intrínseca de la banda prohibida. El valor de la banda prohibida fue de 3.16 eV (Fig. 3) lo que concuerda con algunos valores informados en la literatura.

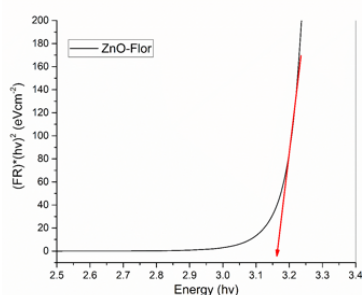


Figura 3. Banda prohibida de energía de NP de ZnO biosintetizadas a partir de la Flor.

**Conclusiones.** Fue posible obtener el semiconductor ZnO:Mg mediante la técnica de biosíntesis, utilizando únicamente extracto de las partes de la planta *T. diversifolia* como agente reductor. El material sintetizado presentó principalmente la fase ZnO que primeramente fue identificada en el estudio de difracción de rayos X. Fue posible incorporar impurezas de Mg para formar el semiconductor ZnO:Mg.

#### Bibliografía.

- Hafez Moghaddas, S., Elahi, B., & Javanbakht, V. (2020). Biosynthesis of pure zinc oxide nanoparticles using Quince seed mucilage for photocatalytic dye degradation. *Journal of Alloys and Compounds*, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2019.153519>
- Ajao, A., & Moteetee, A. (2017). *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. (Asteraceae: Heliantheae), an invasive plant of significant ethnopharmacological importance: A review. *South African Journal of Botany*, 113, 396-403. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2017.09.017>
- Ngom, I., Ngom, B., Sackey, J., & Khamlich, S. (2020). Biosynthesis of zinc oxide nanoparticles using extracts of *Moringa Oleifera*: Structural & optical properties. *Materials Today: Proceedings*, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.323>