

Jonathan Sergio Chávez-Rosales,<sup>1</sup> Luis Fernando Pintor-Ibarra<sup>1</sup>, Nicolás González-Ortega<sup>1</sup>, José Guadalupe Rutiaga-Quiñones<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Edificio “D”, Ciudad Universitaria, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Fco. J. Múgica S/N, Col. Felicitas del Rio, C.P. 58040, Morelia, Michoacán.

Correos: [luis.pintor@umich.mx](mailto:luis.pintor@umich.mx), [jose.rutiaga@umich.mx](mailto:jose.rutiaga@umich.mx)

## 1. Introducción

En México crecen 40 especies del género *Pinus* de las 120 especies que se han reportan en el mundo (Gernandt y Pérez-de la Rosa, 2014); en el territorio Mexicano se distribuyen principalmente en los Estados de Chihuahua, Michoacán, Durango, Oaxaca y Nuevo León (Estrada-Castillón *et al.* 2014; LebgueKeleng *et al.* 2015). De acuerdo a la SEMARNAT (2020) la producción nacional de madera en rollo fue de 9 millones de m<sup>3</sup> en el año 2017, y el 84.2% de dicha producción correspondió al género *Pinus* spp. Además, reportes de la SEMARNAT (2006) han estimado que el 28% de la producción total corresponde a residuos en forma de aserrín y corteza (Figura 1). Por otro lado, recientemente la industria forestal ha puesto gran interés en incrementar el valor de los subproductos y residuos que se generan durante la transformación primaria de la madera, con miras a un potencial energético (Arias-Chalico, 2018). Sin embargo, debido a la alta variación de los componentes químicos de los diferentes materiales lignocelulosicos (Spinelli *et al.* 2011), es de gran relevancia llevar a cabo su caracterización y proponer alternativas energéticas de calidad (Rutiaga-Quiñones *et al.* 2020).



Figura 1. Aserrín de *Pinus* spp. en la industria de la transformación primaria de la madera.

## 2. Metodología

El aserrín derivado de la transformación primaria de *Pinus* spp. se colectó en diferentes empresas y ejidos forestales de cinco estados de la república mexicana (Figura 2): Chihuahua, Michoacán, Durango, Oaxaca y Nuevo León..



Figura 2. Ubicación geográfica de la colecta de aserrín de pino

El aserrín se secó bajo sombra, una vez que se equilibró con la humedad ambiente se tamizó para obtener una fracción de 425  $\mu$ m, que se utilizó para los análisis químicos (Figura 3).

### Normas y métodos:

UNE-EN 14774-3 (2010)  
UNE-EN 14918 (2011)  
UNE-EN 14775 (2010)  
Mejía-Díaz y Rutiaga-Quiñones (2008)  
Téllez *et al.*, 2010  
Runkel y Wilke (1951)  
Wise *et al.*, (1946)  
D 1103-60 (ASTM 1978)

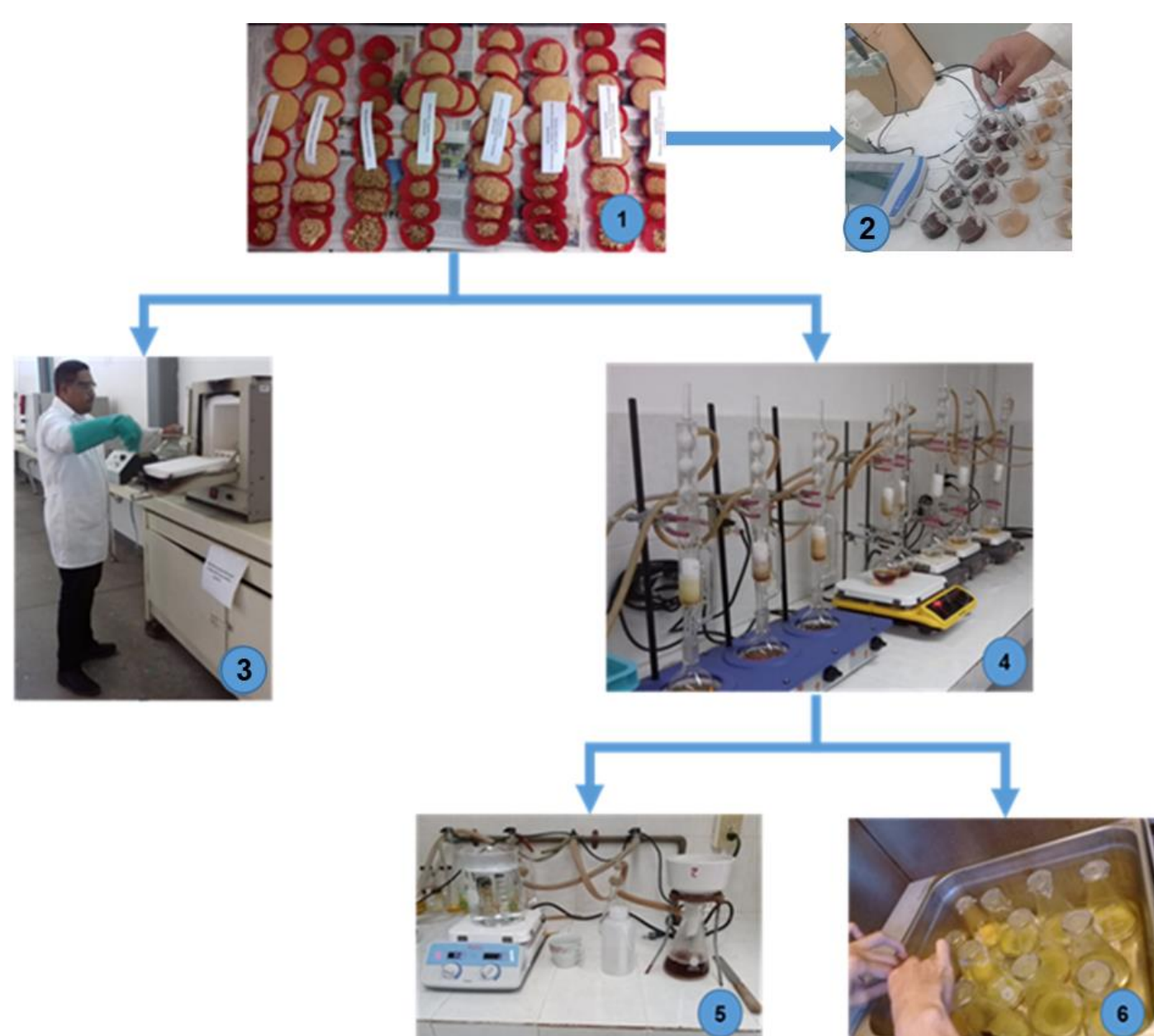


Figura 3. Diagrama de métodos para determinar la composición química de la biomasa, 1) Harina de *Pinus* spp. malla #40 (425  $\mu$ m), 2) Determinación de pH 3) Obtención de la fracción inorgánica, 4) obtención de los extraíbles, 5) determinación de lignina, 6) holocelulosa.

## 3. Resultados y discusión

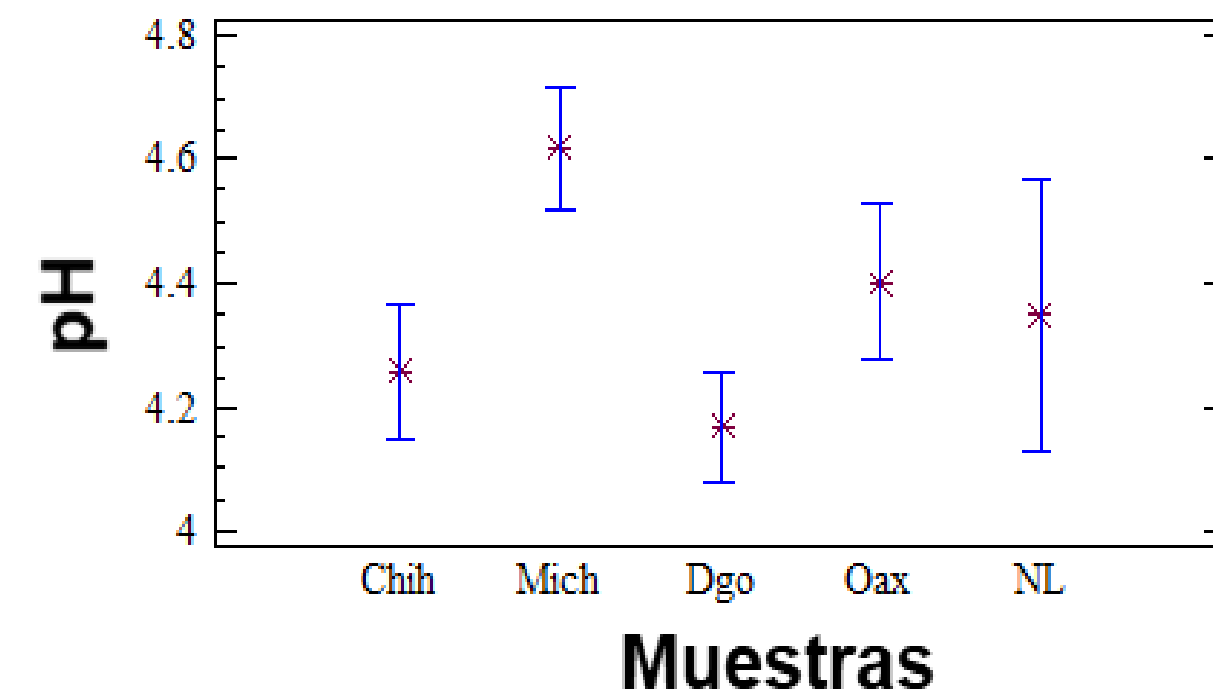


Figura 4. Valores de pH de muestras de aserrín de *Pinus* spp. de cinco regiones de México

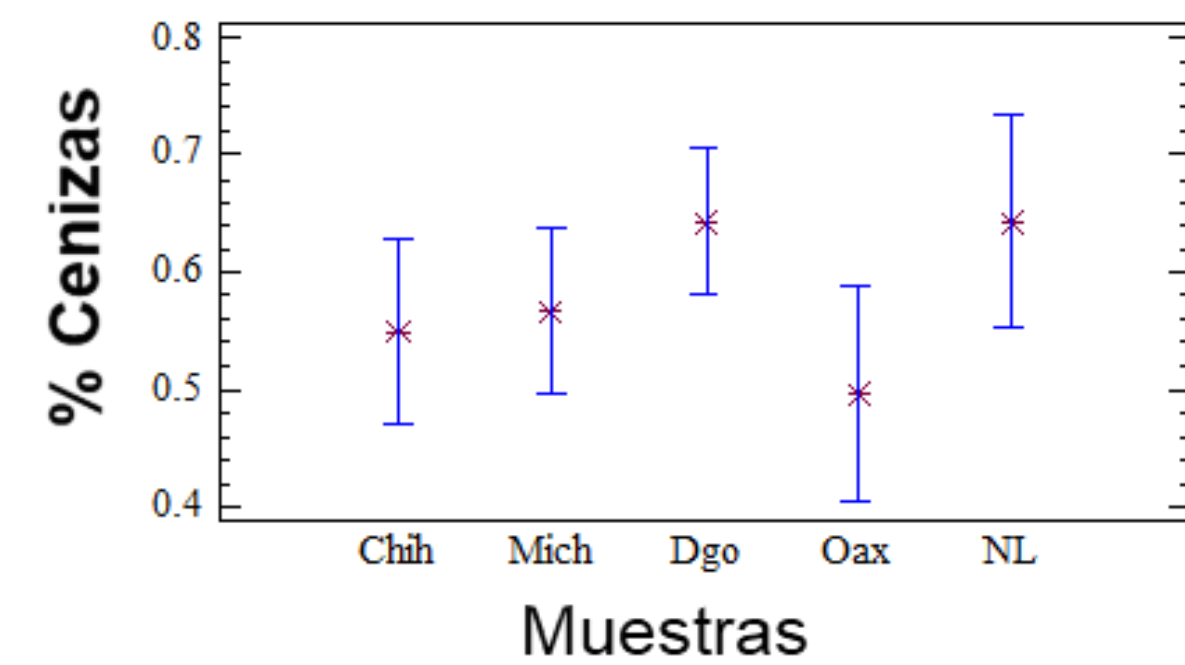


Figura 5. Contenido de cenizas de muestras de aserrín de *Pinus* spp. de cinco regiones de México

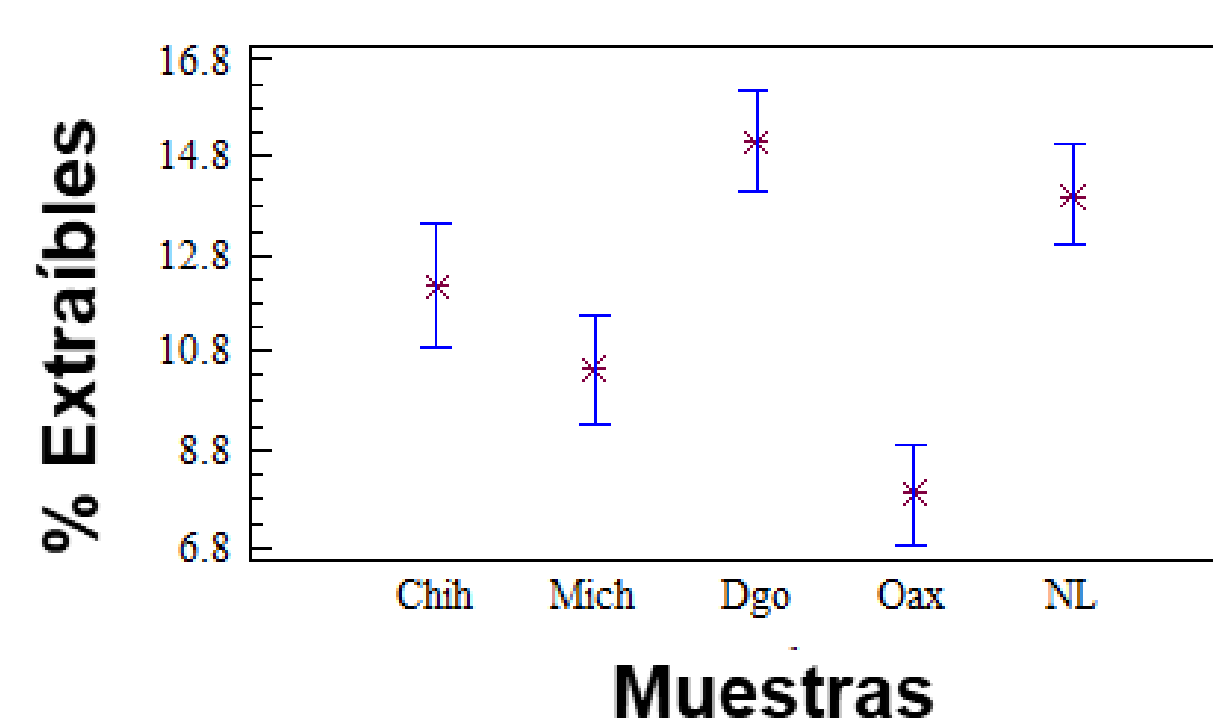


Figura 6. Contenido de sustancias extraíbles de muestras de aserrín de *Pinus* spp. de cinco regiones de México

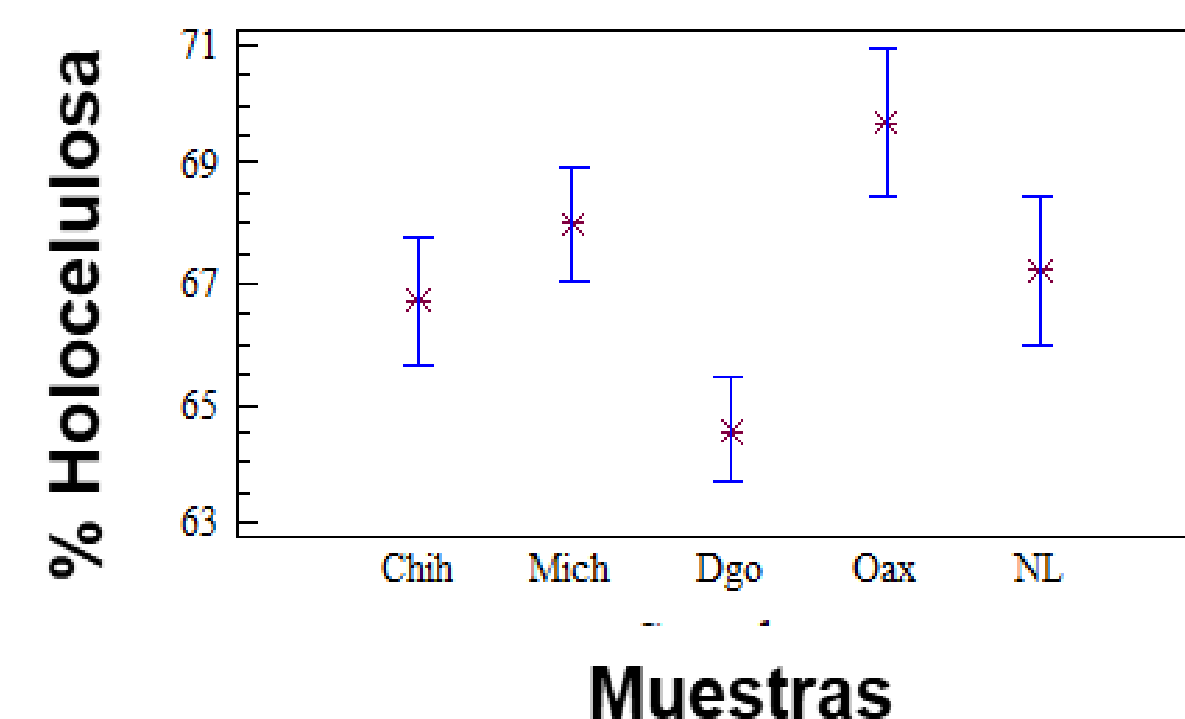


Figura 7. Contenido de holocelulosa de muestras de aserrín de *Pinus* spp. de cinco regiones de México

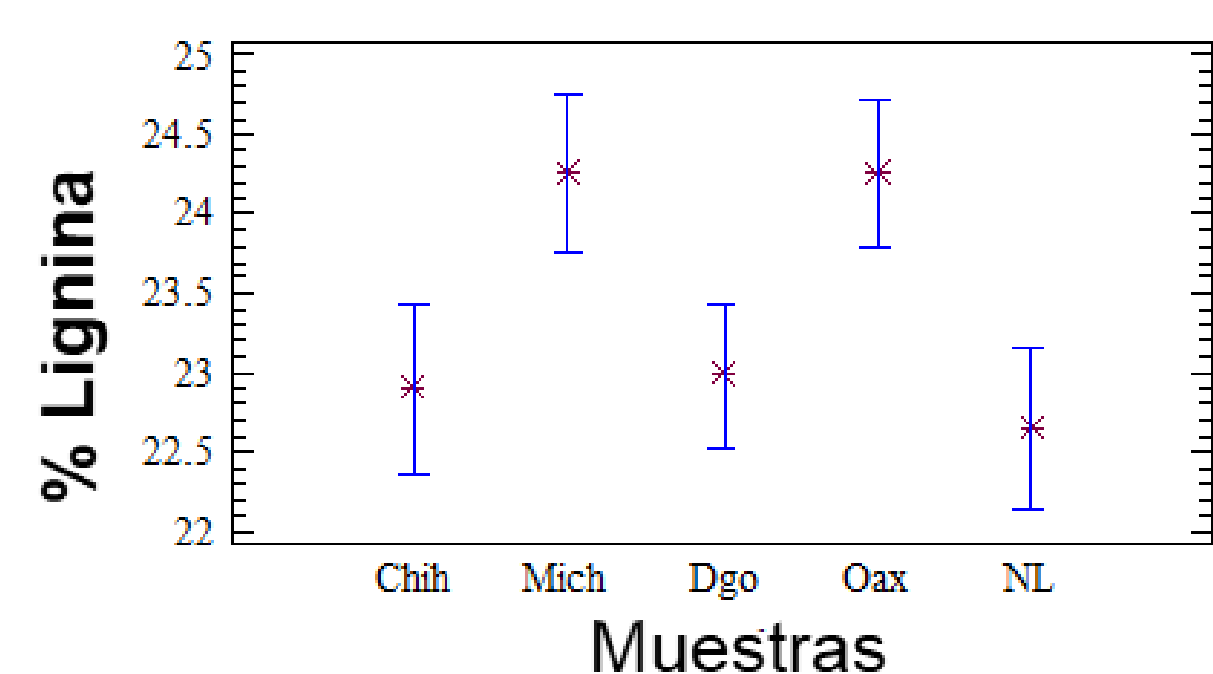


Figura 8. Contenido de lignina Runkel de muestras de aserrín de *Pinus* spp. de cinco regiones de México

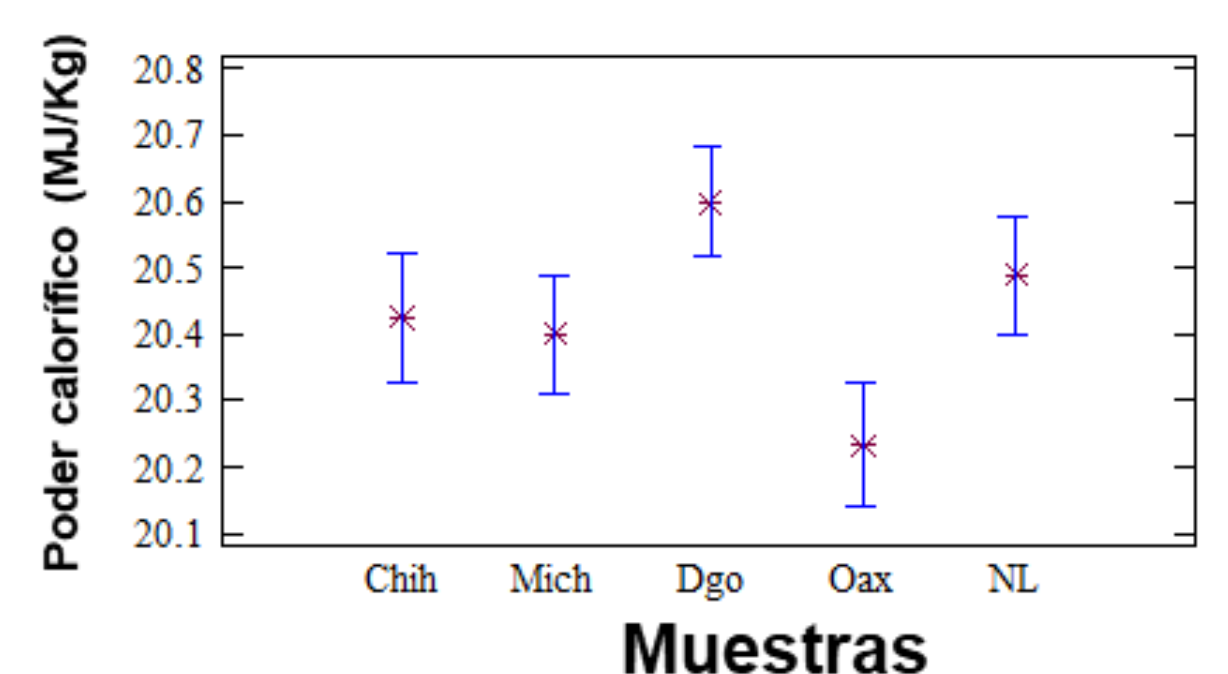


Figura 9. Poder calorífico de muestras de aserrín de *Pinus* spp. de cinco regiones de México

## 4. Conclusiones

- Los valores de pH, de mayor a menor acidez, varió en las muestras de aserrín de la siguiente manera: Durango > Chihuahua > Nuevo León / Oaxaca > Michoacán.
- La concentración de cenizas tuvo el siguiente comportamiento: Durango > Nuevo León > Michoacán > Chihuahua > Oaxaca.
- La concentración de sustancias extraíbles totales mostró el siguiente comportamiento: Durango > Nuevo León > Chihuahua > Michoacán > Oaxaca
- La holocelulosa fue de mayor a menor en el siguiente orden: Oaxaca > Michoacán > Nuevo León > Chihuahua > Durango
- La concentración de lignina de Runkel tuvo el siguiente comportamiento: Oaxaca > Michoacán > Durango > Chihuahua > Nuevo León.
- El poder calorífico resultó mediante la siguiente tendencia Durango > Nuevo León > Chihuahua > Michoacán > Oaxaca.
- Con base en los resultados obtenidos, el aserrín de pino tiene potencial para ser utilizado en la producción de biocombustibles sólidos densificados

## 5. Agradecimientos

Al proyecto apoyado por el Fondo Sectorial FSE-SENER-CONACYT (CEMIE-Bio) número 246911, titulado “Clúster de Biocombustibles Sólidos para la Generación Térmica y Eléctrica.

## 6. Bibliografía

- Arias-Chalico, T. (2018). Situación actual y escenarios para el desarrollo de biocombustibles sólidos en México hacia 2024 y 2030. Red Mexicana de Bioenergía. Morelia, Michoacán, México. [Internet] disponible en <https://rembio.org.mx>. (Visitada el día 04 de febrero del 2020).
- Estrada-Castillón, A. E., Villarreal-Quintanilla, J. Á., Salinas-Rodríguez, M. M., Cantú Ayala, C. M., González-Rodríguez, H., and Jiménez-Pérez, J. (2014). Coníferas de Nuevo León, México, Universidad Autónoma de Nuevo León, México
- Gernandt, D. S., and Pérez-de la Rosa, J. A. (2014). “Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México.” *Rev. Mex. Biodivers.* 85(1), 126-133.
- Rutiaga-Quiñones, J. G., Pintor-Ibarra, L. F., Orihuela-Equihua, R., González-Ortega, N., Ramírez-Ramírez, M. A., Carrillo-Parra, A., Carrillo-Ávila, N., Navarrete-García, M. A., Ruíz-Aquino, F., Rangel-Méndez, J. R., et al. (2020). “Characterization of Mexican waste biomass relative to energy generation,” *BioResources* 15(4), 8529- 8553.
- Lebgue-Keleng, T., Soto-Cruz, R., Quintana-Martínez, G., Quiñonez-Martínez, M., Balderrama-Castañeda, S., Melgoza-Castillo, A., Morales-Nieto, C., and Cortes Palacios, L. (2015). “Árboles y arbustos templados de Chihuahua, México. Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable IX(1), 49-57
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2006). Anuario Estadístico de la Producción Forestal. [Internet]. Disponible en <https://www.cnf.gob.mx>. [Visitada el 8 de diciembre del 2013]
- SEMARNAT (2020). “Anuario estadístico de la producción forestal 2017 , Anuarios Estadísticos Forestales, (<https://www.gob.mx/semarnat/documentos/anuarioestadisticos-forestales>), Visitada el 16 Julio de 2020.
- Spinelli, R., Nati, C., Sozzi, L., Magagnotti, N., and Picchi, G. (2011). “Physical characterization of commercial woodchips on the Italian energy market,” *Fuel* 90(6), 2198-2202.