

Rocio A. Reyes Carlos¹; Manuel Ramos¹; Juan F. Hernandez¹; Jamaa Bouhattate²

¹ Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

² Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de La Rochelle



RESUMEN

Se presentan los avances de investigación sobre la tecnología en cuestión de materiales para una raqueta marca HEAD® modelo TiS5. En los estudios realizados se determina por técnica de microscopia electrónica en modo de barrido que existen nanopartículas de titanio dispersas entre las fibras de carbono como se muestra en las imágenes y el análisis elemental; lo cual le da una particularidad de resistencia mecánica al material. Además, se realizó una serie de muestras de ácido poliláctico reforzado en un 15 % de fibra de carbono por medio de impresión 3D para realizar pruebas mecánicas y con ello conocer el módulo de Young obteniendo valores en cada malla desde 380 a 882 MPa.

INTRODUCCIÓN

Utilizar materiales complejos para manufactura aditiva es el pilar principal para crear innovación tecnológica [1]. Las aplicaciones determinarán que tipo de material será de gran utilidad, por ejemplo, los materiales compuestos (partículas y/o fibras) han logrado una excepcional propiedad mecánica. Entre los materiales más utilizados está el filamento PLA reforzado con fibra de carbono; y es esta tecnología de interés para desarrollar un estudio robusto que comprende la impresión 3D para un instrumento deportivo tipo raqueta de tenis[2]. Los componentes, de interés son el cuello, el marco y mango de la raqueta, donde se utilizará una combinación del diseño por técnica computacional basado en elemento finito y la caracterización extensa, incluyendo las pruebas de esfuerzo/deformación en el rango los MPa para determinar propiedades como son el modulo de dureza y elasticidad, además de su estudio microestructural por medio de microscopia electrónica de barrido para entender la relación entre estructura/funcionalidad.

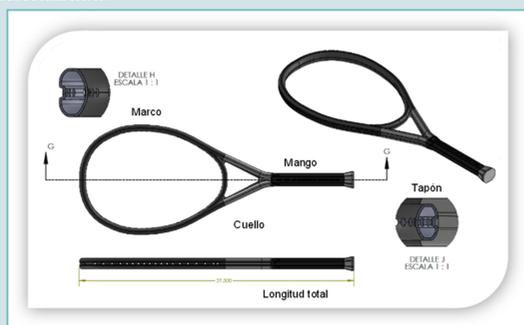


Figura 1 Plano de la raqueta y sus tres partes importantes. Diseño considerado para la aplicación de elemento finito y la impresión 3D.

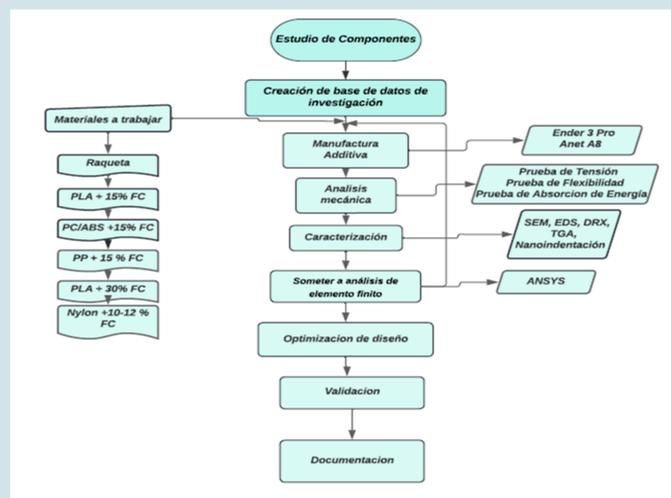
OBJETIVOS

Llevar a cabo la impresión 3D de los componentes de una raqueta de tenis utilizando materiales compuestos como filamento (PLA, PP, PC/ABS, Nylon) reforzado con fibra de carbono. Evaluando las propiedades metalmeccánicas del módulo de elasticidad y dureza, abarcando las pruebas de esfuerzo/deformación perfeccionando una reciprocidad entre rediseño y funcionalidad en correlación con lo mecánico/ergonómico.

Objetivos Específicos

- Utilizar un código computacional (ANSYS) generando el diseño de experimentos en base a las propiedades mecánicas de los materiales.
- Imprimir muestras mediante una impresora 3D con los distintos filamentos seleccionados reforzados con fibra de carbono.
- Evaluar las propiedades de porosidad, módulo de dureza, módulo de elasticidad con uso de técnicas convencionales de microscopia electrónica en barrido, tomografía de rayos-X, y esfuerzos mecánicos.

METODOLOGÍA



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

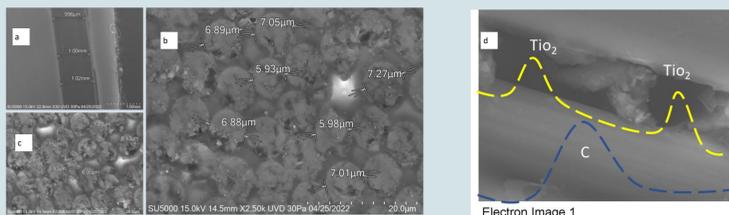


Figura 2 a) Imagen de microscopia electrónica en modo de barrido que presenta 1mm de espesor en la raqueta b) y c) muestran la morfología de las fibras de carbono que se han encontrado con un tamaño de diámetro promedio entre 6 y 7 µm. Todas las imágenes se tomaron a un voltaje de operación de 15 kV y un rango de magnificación de x2.5 k en modo de electrones secundarios. d) la aparición de los materiales en la raqueta.

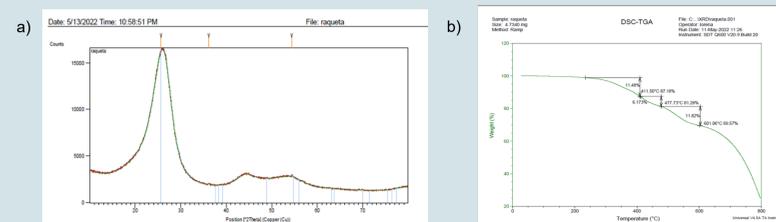


Figura 3 a) Gráfica del difractor de rayos X en el punto donde aparece el dióxido de titanio. b) La gráfica revela los porcentajes de pérdida de masa y temperaturas de degradación. Esta información fue validada por medio de la literatura.

RESULTADOS

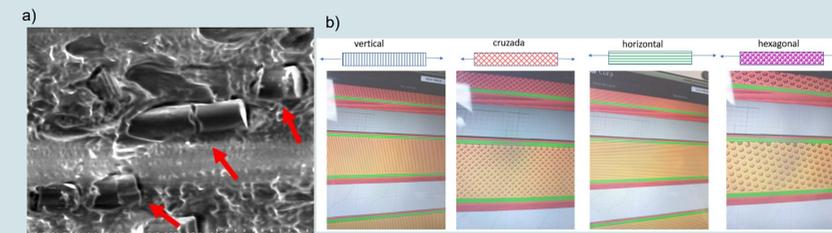


Figura 4 a) Imagen de microscopia electrónica en modo de barrido tomada en bajo vacío con un voltaje de operación de 5kV. b) De izquierda a derecha malla vertical en azul, cruzada en rojo, horizontal de color verde y hexagonal en rosa.

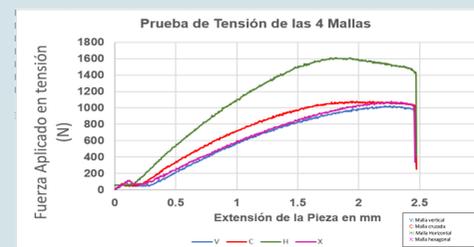


Tabla 1. En el área elástica, se buscó el punto de módulo de Young, mostrando los siguientes datos de cada una de las mallas.

Malla	Módulo de Young
Vertical	495 MPa
Cruzada	384 MPa
Horizontal	882 MPa
Hexagonal	380 MPa

Figura 5 La gráfica muestra el promedio de las 4 tensiones realizadas con las distintas mallas, de color azul esta la prueba en vertical, rojo malla cruzada, verde horizontal y rosa hexagonal. Demostrando que la tensión en vertical fue la mejor en esta prueba.

CONCLUSIONES

- Se obtuvo el conocimiento del dióxido de titanio (TiO₂) presente en la raqueta de tenis que fue sacrificada para su observación a modificar, mediante la caracterización.
- Las impresiones del filamento de PLA con refuerzo de fibra de carbono en un 15%, en las distintas mallas nos da como resultado en el análisis mecánico donde la malla en horizontal tiene un modulo de esfuerzo mayor a las demás con 882MPa.

REFERENCIAS

- P. Zhuo, S. Li, I. A. Ashcroft, and A. I. Jones, "Material extrusion additive manufacturing of continuous fiber reinforced polymer matrix composites: A review and outlook," *Compos. Part B Eng.*, vol. 224, no. July, p. 109143, 2021, doi: 10.1016/j.compositesb.2021.109143.
- L. J. Love et al., "The importance of carbon fiber to polymer additive manufacturing," *J. Mater. Res.*, vol. 29, no. 17, pp. 1893–1898, 2014, doi: 10.1557/jmr.2014.212.
- S. S. Babu, L. Love, R. Deloff, W. Peter, T. R. Watkins, and S. Pannala, "Additive manufacturing of materials: Opportunities and challenges," *MRS Bull.*, vol. 40, no. 12, pp. 1154–1161, 2015, doi: 10.1557/mrs.2015.234.