



# Obtención de filamentos de ABS mezclado con PLA, Almidón, Fique y PP para impresión 3D.

Obtaining ABS filaments mixed with PLA, Starch, Fique and PP for 3D printing.

## Ángela Viviana Quiroga Vergel

avquirogavergel@sena.edu.co, Grupo de investigación INNMODA-CMTC, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

## Yadit Carolina Cruz Villabón

Semillero CONFORTMA- Confort para calzado y marroquinería, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

## Karol Natalia Rojas Sánchez

Semillero CONFORTMA- Confort para calzado y marroquinería, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

## Vivian Julieth Salsarriaga Porras

Semillero CONFORTMA- Confort para calzado y marroquinería, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

## Ingrid Tatiana Gomez Villalobos

Semillero CONFORTMA- Confort para calzado y marroquinería, Centro de Manufactura en Textil y Cuero, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Colombia

## Resumen

Siendo el ABS uno de los polímeros más utilizados en la impresión 3D, el estudio de materiales compuestos con matriz en este polímero es de interés para aplicaciones de calzado. En este estudio se obtuvieron 4 filamentos de material compuesto, en mezcla de diferentes composiciones con PLA, PP, almidón de yuca y fique. Con los cuales se fabricaron probetas por impresión 3D y se analizaron mecánica, morfológica y químicamente. Encontrando que la adhesión entre capas de ABS es un factor determinante para que las propiedades finales del producto sean las esperadas.

**Palabras claves:** Impresión 3D, Calzado, ABS, PLA, Material Compuesto, Filamento

## Abstract

Since ABS is one of the most used polymers in 3D printing, the study of composite materials with matrix in this polymer is of interest for footwear applications. In this study, 4 filaments of composite material were obtained, in a mixture of different compositions with PLA, PP, cassava starch and fique. With which test tubes were manufactured by 3D printing and analyzed mechanically, morphologically, and chemically. Finding that the adhesion between layers of ABS is a determining factor so that the final properties of the product are as expected.

**Keywords:** 3D Printing, Footwear, ABS, PLA, Composite Material, Filament

## Introducción

El presente Artículo tiene como objeto el trabajo del material ABS en la impresión 3D, que nos permite minimizar el desperdicio de material, ya que fabrica la pieza capa a capa y sin necesidad de retirar material, esta tecnología permite el diseño de piezas altamente porosas o huecas, que tradicionalmente son difíciles de obtener.

En la impresión de prototipos con ABS, se han presentado problemas con la calidad de los productos, en el reciclaje de las partes y en el procedimiento de residuos. Uno de los más importantes inconvenientes de calidad es el impacto warping, y el desprendimiento de capas o deformación de las partes, por el veloz enfriamiento. Una alternativa para es el uso de PLA, pues es fácil de imprimir, no se deforma, es biodegradable y tiene buena resistencia.

Considerando que las propiedades mecánicas y de durabilidad del PLA no son tan buenas como las de ABS, el objetivo del proyecto es aprovechar las ventajas de los dos materiales, mezclarlos y buscar mejorar su compatibilidad. Algunos estudios encontrados muestran mezclas ternarias exitosas como (Chaudry & Hamad, 2019) quienes realizan mezclas ABS/PP/PLA y (Ramanjaneyulu et al., 2021) quienes realizan una mezcla ternaria con almidón de yuca.

## Materiales y métodos

Los filamentos se fabricaron con: filamento sobrante de ABS y PLA (CPMA#F,2015), PP (Tela Politex), Almidón termoplástico de yuca (65% almidón 35% glicerina 10% agua desionizada), fique molido; mezclados en las proporciones indicadas en la Tabla 1. Las mezclas de polímeros se extruyeron en EX6 Filabot de mono husillo a las condiciones presentadas en la

Tabla 1, para obtener filamentos con el dado de 3mm, las mezclas se procesaron 2 veces para mejorar el mezclado de los materiales.

Tabla 1. Condiciones de extrusión para obtención de filamentos.

Filamento	Temperatura zona de extrusión [°C]			
	Dosificación	Compresión	Transporte	Alimento
(a)100%ABS	220°C	200°C	185°C	110°C
(b)70%ABS 30% PLA	200°C	205°C	100°C	100°C
(c)70%ABS+20%PLA+10%PP	210°C	205°C	195°C	100°C
(d)70%ABS+20%PLA+10% Almidón	150°C	145°C	145°C	106°C
(e)70%ABS+20%PLA+10% Figue	210°C	205°C	195°C	100°C
(f)100% PLA	150°C	150°C	145°C	125°C

Con los filamentos obtenidos fueron llevado a cabo pruebas cualitativas de la respuesta del filamento a la prueba de llama y se imprimieron probetas Tipo V (norma NTC 595) en impresora 3D Ultimaker 2 Extended+ y fueron testeadas en tracción según lo indicado por el estándar. La microestructura del corte transversal cada filamento fue observada en SEM (Jeol, JSM-6010LA) en bajo vacío, a 10kV y distancia de trabajo 8mm. Las muestras obtenidas fueron llevadas al equipo de espectroscopia FTIR (Nicolet iS5), con el cual se determinaron curvas de transmitancia en el rango de 4100-700cm<sup>-1</sup>.

## Resultados y discusión

Con todas las mezclas propuestas se obtienen exitosamente filamentos para impresión 3D y se logran probetas impresas en 3D con adecuados resultados visuales. Al realizar la prueba cualitativa de llama (Figura 1), se reconoce que la llama de las muestras d y e generan más humo y cenizas por la adición de compuestos orgánicos como almidón y figue, respectivamente. Asimismo, se reconoce la llama azul del PLA (f).

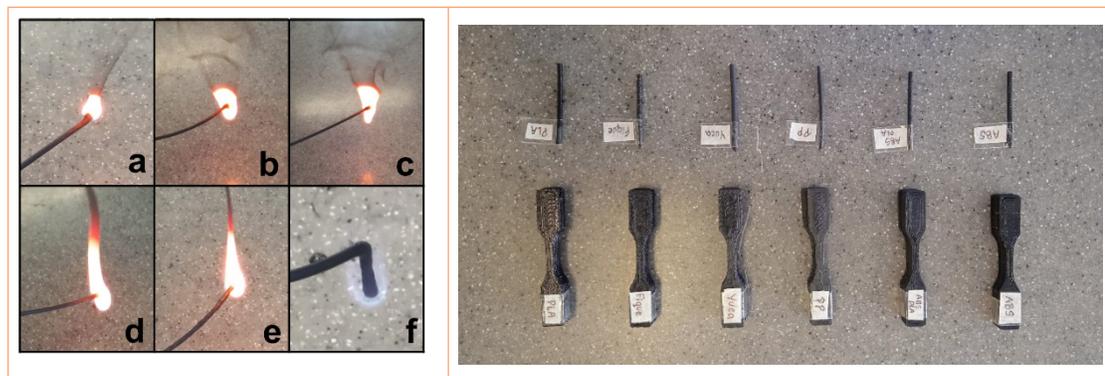


Figura 1. Resultados fotográficos de prueba de llama.

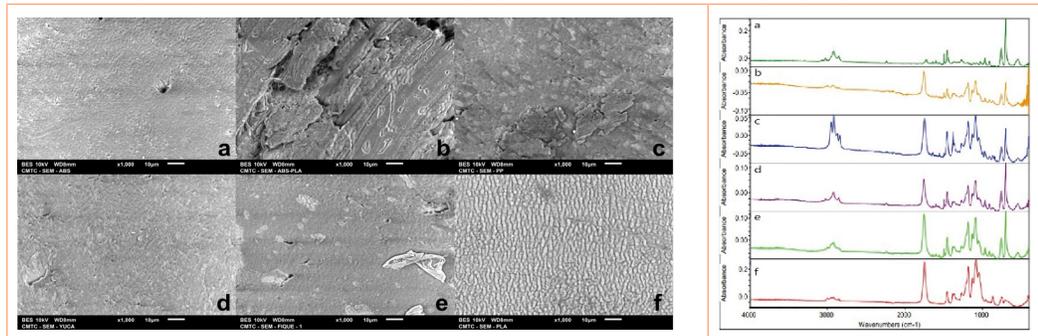
Las probetas impresas con filamento de PLA fueron las que mejor resultado ofrecieron en cuanto a módulo de Young y resistencia a la tracción, cuando este polímero se adiciona al filamento de ABS, se puede ver el efecto en módulo de Young y labor resistencia a la tracción, mejorando las propiedades del ABS.

**Tabla 2.** Módulo de Young, resistencia a la tracción, espesor y peso de probetas impresas en 3D con cada filamento.

Filamento	Módulo Young (MPa)	Resistencia tracción (MPa)	Espesor (mm)	Peso ( $\pm 0.001g$ )
(a) 100%ABS	166 $\pm$ 11	31 $\pm$ 3	2.10 $\pm$ 0.06	0.945
(b) 70%ABS 30% PLA	188 $\pm$ 14	32 $\pm$ 4	2.06 $\pm$ 0.11	0.933
(c) 70%ABS+20%PLA+10%PP	113 $\pm$ 10	18 $\pm$ 2	2.26 $\pm$ 0.17	1.099
(d) 70%ABS+20%PLA+10% Almidón	101 $\pm$ 9	14 $\pm$ 5	2.53 $\pm$ 0.31	1.034
(e) 70%ABS+20%PLA+10% Figue	77 $\pm$ 61	8 $\pm$ 4	1.97 $\pm$ 0.14	0.669
(f) 100% PLA	200 $\pm$ 8	47 $\pm$ 1	1.96 $\pm$ 0.05	1.033

Por otro lado, al agregar un tercer compuesto se observa una pérdida en las propiedades mecánicas en tensión. Por otro lado, al comparar el módulo de Young de ABS, 1700 MPa (TECARAN ABS grey | Ensinger, s. f.), con el valor obtenido con la probeta impresa 3D (155.5 MPa), se encuentra una reducción de un orden de magnitud, que puede ser causada por la dificultad empalme entre capas del ABS.

El corte transversal del filamento b (70%ABS/30%PLA, Figura 1) muestra un bajo mezclado entre los materiales. Sin embargo, al adicionar un tercer compuesto, a pesar de que las fases de otros materiales adicionados a la matriz de ABS son visibles, como en la imagen c, d y e, el filamento tiene una microestructura más homogénea. En cuanto a la espectroscopia FTIR se visualiza que las mezclas que contienen PLA presentan un pico adicional en 1750 (cm<sup>-1</sup>) que indica la presencia del grupo carbonilo (C=O). Y particularmente en la mezcla c, se reconoce el pico en 2900 (cm<sup>-1</sup>) característico de los grupos alcanos (C-H) del polipropileno.



**Figura 2.** Imágenes de microscopia SEM tomadas en la sección transversal del filamento y Espectroscopia FTIR de cada filamento.

## Conclusiones

Es posible obtener filamentos con mezclas de ABS con una extrusora mono husillo y con estos se pueden obtener productos impresos 3D, sin embargo, debido a la baja adhesión entre capas que presenta el ABS, se reducen las prestaciones mecánicas.

## Agradecimientos

Laboratorio CMTC - SENA

## Referencias

Chaudry, U. M., & Hamad, K. (2019). Fabrication and characterization of PLA/PP/ABS ternary blend. *Polymer Engineering & Science*, 59(11), 2273-2278.

Ramanjaneyulu, B., Venkatachalapathi, N., & Prasanthi, G. (2021). Thermal and Mechanical Properties of PLA/ABS/TCS Polymer Blend Composites. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series C*, 102(3), 799-806.