Escuela Superior Politécnica del Litoral

PARES & NONES® Un break científico

Demis Cabrera
deadcabr@espol.edu.ec
FIMCP

Haci Baykara*
hbaykara@espol.edu.ec
FIMCP / CIDNA

Ariel Riofrio
FIMCP/ CIDNA

Mauricio Cornejo
FIMCP / CIDNA

Julio Cáceres
FIMCP/ CIDNA

Preparation, characterization, and life cycle assessment of banana rachis-recycled high-density polyethylene composites

PROBLEMA

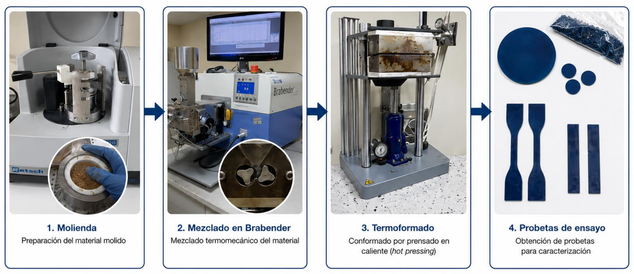
Ecuador es un país agroindustrial cuya industria bananera genera grandes cantidades de residuos de raquis, actualmente subutilizados. Paralelamente, solo el 4% de los residuos sólidos plásticos son reciclados en el país. Ambos flujos de residuos representan una carga ambiental significativa: los residuos agrícolas se desaprovechan como biomasa y los plásticos generan gases de efecto invernadero al ser incinerados o contaminan ecosistemas al depositarse en vertederos

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar compuestos de de polietileno de alta densidad reciclado (rHDPE) reforzados con fibra de raquis de banano (BRF) al 5–20% en peso, mediante ensayos térmicos, fisicoquímicos, reológicos, morfológicos y mecánicos, y análisis de ciclo de vida (ACV), para evaluar su viabilidad técnica y ambiental como alternativa sostenible al plástico convencional.

PROPUESTA

Se prepararon cinco formulaciones de compuestos rHDPE/BRF (0, 5, 10, 15 y 20 wt%) mediante extrusión (Brabender) y prensado en caliente. La fibra fue extraída del raquis de banano, molida y secada hasta un tamaño de partícula de 240 µm. Las muestras fueron caracterizadas mediante: FTIR, TGA-DSC, DRX, SEM y reometría de placas paralelas. Las propiedades mecánicas se evaluaron según ASTM D638 y ASTM D256. El ACV (cradle-to-gate) se realizó con el software SimaPro.



RESULTADOS

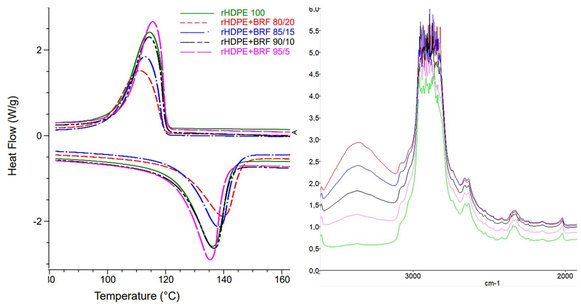


Fig 1. Caracterización DSC y FTIR

Sample	σ_{max} (MPa)	δ (%)	E (MPa)	Izod impact strength (J m^{-2})
rHDPE 100	24.10 ± 1.72	216.19 ± 51.2	1034.53 ± 33.11	125.1 ± 34.4
rHDPE + BRF 95/5	19.68 ± 1.12	36.67 ± 11.28	914.26 ± 49.27	65.1 ± 14.3
rHDPE + BRF 90/10	19.22 ± 1.95	20.53 ± 7.13	1023.44 ± 137.41	53.3 ± 1.1
rHDPE + BRF 85/15	16.24 ± 0.42	21.84 ± 14.87	891.64 ± 24,58	42.5 ± 0.6
rHDPE + BRF 80/20	18.64 ± 1.1	6.65 ± 0.89	1182.37 ± 43.75	33.6 ± 4

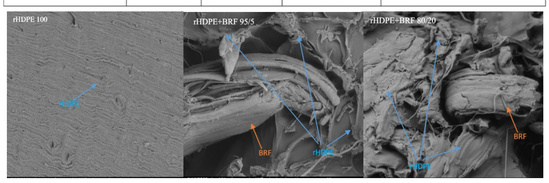


Fig 2. Caracterización mecánica y Morfológica (SEM)

Con 20% BRF, la resistencia a la tracción disminuye un 20%, la elongación un 97% y la resistencia al impacto un 50%. Sin embargo, el módulo de Young aumenta un 14%, indicando mayor rigidez.

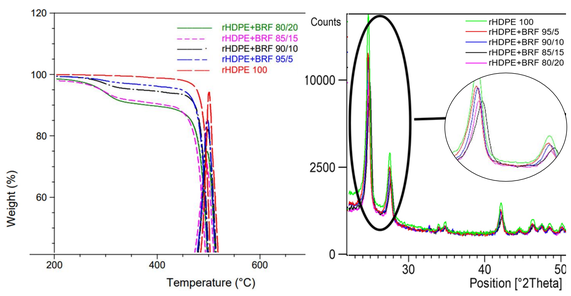


Fig 3. Caracterización TGA y XRD

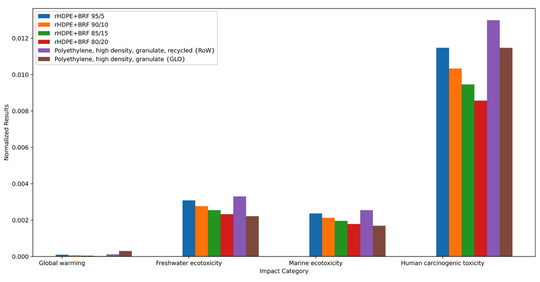


Fig 4. Análisis de Ciclo de Vida (ACL)

DSC y DRX: La adición de BRF reduce progresivamente la cristalinidad del rHDPE (de 56,96% a 51,98% por DSC; de 49,27% a 32,99% por DRX con 20% BRF).

ACV: La muestra rHDPE+BRF 95/5 presenta un 69% menos de emisiones de CO2 frente al polímero virgen y un 18% menos que el rHDPE puro.

CONCLUSIONES

- Se confirmó la buena dispersión de la BRF en la matriz.
- Las propiedades mecánicas (tracción, impacto, elongación) disminuyen con mayor contenido de BRF, excepto el módulo de rigidez, que mejora.
- Porcentajes mayores de BRF reducen significativamente el impacto ambiental del compuesto.

RECONOCIMIENTOS

- Los autores agradecen a Pré Consultants B.V. por la licencia académica de SimaPro, y a la industria recicladora NUTEC por el suministro de rHDPE.