



Análisis comparativo de residuos lignocelulósicos en la elaboración de vajilla desechable de alta resistencia

Comparative analysis of lignocellulosic residues in the production of high-resistance disposable tableware

Autores:



Miguel Angel Arias Jara¹

| miguelarias@institutos.gob.ec



Julia Margoth Cordero Cevallos¹

| juliacorderocevallos@tsachila.edu.ec



Esperanza Liliana Jimenez Rivera¹

| esperanzajimenezrivera@tsachila.edu.ec

¹Instituto Superior Tecnológico Tsáchila, Ecuador

Recepción: 25 de junio de 2026 | **Aceptación:** 07 de agosto de 2026 | **Publicación:** 15 de agosto de 2026

Resumen

La presente investigación de tipo documental analiza la viabilidad técnica de tres residuos agroindustriales, aserrín, fibras de abacá y tallo de verde, como materias primas para la fabricación de vajilla biodegradable en el contexto de la bioeconomía circular. La finalidad fundamental fue la evaluación comparativa de estos materiales mediante una revisión sistemática de la literatura científica (2015-2025) que pudiese determinar en qué medida las opciones de los materiales lo hacen más eficiente a los procesos termo-presión mediante el almidón termoplástico (TPS). La metodología se compone de una evaluación multicriterio para las propiedades fisicoquímicas, los parámetros de procesamiento y el desempeño mecánico, descritos en bases de datos de alto impacto. Los resultados indican que el aserrín tiene mejor disposición para productos rígidos por un alto porcentaje de lignina (25%-32%), e impermeabilidad y estabilidad térmica para una temperatura óptima, de unos (165 °C). El abacá, por su parte, tiene gran resistente a la tracción, mientras que el tallo de verde, si bien tiene alta disponibilidad a nivel regional, presenta dificultades debido a su higroscopicidad y sus requerimientos de energía para el secado. El aserrín, en definitiva, es la materia que presenta mayor equilibrio. A pesar de esto, la combinación aserrín-abacá se muestra como la solución técnica de mayor eficiencia para combinaciones de rigidez con ductilidad, logrando así una alternativa sostenible y competitiva a producir productos de alto valor en comparación con los polímeros de origen fósil.

Palabras clave: aserrín; abacá; vajilla biodegradable; termo-presión; biocompuestos

Abstract

This documentary research analyzes the technical feasibility of three agro-industrial waste products—sawdust, abaca fibers, and plantain stalks—as raw materials for manufacturing biodegradable tableware within the context of a circular bioeconomy. The primary objective was a comparative evaluation of these materials through a systematic review of the scientific literature (2015–2025) to determine the extent to which different material options contribute to the efficiency of thermo-pressure processes using thermoplastic starch (TPS). The methodology comprises a multi-criteria evaluation of physicochemical properties, processing parameters, and mechanical performance, as described in high-impact databases. The results indicate that sawdust is best suited for rigid products due to its high lignin content (25–32%), impermeability, and thermal stability at an optimal temperature of approximately 165 °C. Abaca, for its part, has high tensile strength, while the green stalk, although readily available regionally, presents challenges due to its hygroscopicity and energy requirements for drying. Sawdust, ultimately, is the material that offers the best balance. Despite this, the sawdust-abaca combination proves to be the most efficient technical solution for combining rigidity with ductility, thus achieving a sustainable and competitive alternative for producing high-value products compared to fossil-based polymers.

Keywords: sawdust; abaca; biodegradable tableware; thermo-pressure; biocomposites



Introducción

En los últimos años, la contaminación por plásticos de un solo uso se ha convertido en uno de los desafíos ambientales más críticos a nivel mundial. Según datos de la ONU, se producen anualmente más de 400 millones de toneladas de plástico, de las cuales un gran porcentaje corresponde a utensilios de servicio de alimentos que se demora siglos en degradarse. En respuesta a esta crisis, la bioeconomía circular propone la valorización de residuos agroindustriales como una alternativa sostenible para la creación de bioplásticos y empaques biodegradables (López et al., 2020).

La industria maderera y el sector agrícola generan gran cantidad de subproductos que, a menudo, son quemados o desechados en vertederos, desperdiciando su potencial estructural (Gysling , 2020). Entre estos destaca el aserrín, rico en lignina y celulosa; las fibras de abacá (*Musa textilis*), reconocidas por su excepcional resistencia mecánica; y los residuos de tallo de verde (*Musa paradisiaca*), su disponibilidad es permanente en regiones tropicales (Pérez et al., 2022). Estos materiales muestran características fisicoquímicas únicas que podrían satisfacer los requisitos de rigidez e impermeabilidad necesarios para la fabricación de vajilla desechable (Baño & Mera, 2024).

A pesar de que existen investigaciones específicas al uso de estas biomasas, existe un vacío en la literatura técnica que compare de manera sistemática la eficiencia de cada una para el moldeo de productos rígidos (Espinosa et al., 2021). El comportamiento de estos residuos cambia, bajo procesos de termo-presión o interacción con aglutinantes naturales. Mientras que la madera aporta estabilidad térmica, las fibras vegetales ofrecen una cohesión que podría eliminar la necesidad de aditivos sintéticos (Vargas et al., 2021). El presente artículo de revisión tiene como objetivo comparar el potencial técnico de tres residuos agroindustriales (aserrín, abacá y tallo de verde) para la obtención de platos

biodegradables. En este trabajo se presenta el resultado de un análisis documental en el que se seleccionan o contrastan variables de resistencia a la acción de la humedad, al moldeo, a la biodegradación, para determinar cuál de estas materias primas, o bien qué combinación de las mismas, se acerca más a los requisitos para facilitar la transición a una vajilla eco-amigable.

Metodología

La presente investigación se realizó, aplicando un enfoque cualitativo del tipo documental y descriptivo. La misma es resultado de la revisión sistemática de la literatura técnica y científica con la finalidad de analizar el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos en la elaboración de vajilla biodegradable. Se siguieron las siguientes fases:

Búsqueda y Selección de Fuentes

Se efectuó una búsqueda exhaustiva en varias bases de datos científicas de gran impacto: ScienceDirect; Scopus; Google Scholar; SciELO utilizando descriptores en español o inglés, tales como “biocompuestos”, “aserrín”, “fibras de abacá”, “residuos de musáceas”, “vajilla biodegradable” y “valorización de residuos agroindustriales”. Podían ser considerados documentos primarios, tesis de grado o reportes técnicos de 2020-2025 inclusivamente, priorizando aquellos que contenían datos experimentales sobre caracterización de materiales.

Criterios de Análisis y Comparación

En la evaluación de las tres materias primas (aserrín, abacá y tallo de verde), se definieron las variables de comparación en función de su composición química y su desempeño mecánico. Se extrajeron en particular datos del contenido porcentual de celulosa y lignina, así como también de parámetros de procesamiento aportados en la bibliografía, como por ejemplo la temperatura de termo-presión (existiendo un rango de 140 °C a 190 °C), o la resistencia a la absorción de agua.

Instrumentos de Recolección de Datos

La información que se obtuvo fue organizada en matrices de síntesis bibliográfica. Gracias a esto fue posible tabular las ventajas y desventajas de cada residuo respecto a los aglutinantes naturales más comunes (almidón de yuca y maíz, entre otros). Por último, se aplicó un método de análisis comparativo que permitió distribuir por orden las materias primas en función de su viabilidad técnica y de su sostenibilidad ambiental, dando lugar a la materia prima con las características más apropiado a una producción agroindustrial a escala.

Resultados

Análisis fisicoquímico

Análisis Comparativo de la Composición Química

La importancia de los residuos agroindustriales para la formación de biocompuestos va a depender de la proporción de sus componentes estructurales. En la Tabla 1 se detallan los diferentes rangos porcentuales obtenidos de la literatura para el aserrín, el abacá y el tallo de verde.

Tabla 1. *Composición química porcentual de los residuos en estudio*

Componente (%)	Aserrín (Pino/Teca)	Fibra de Abacá	Tallo de Verde
Celulosa	40 - 52%	60 - 70%	30 - 45 %
Lignina	25 - 32%	5 - 10%	10 - 15 %
Hemicelulosa	20 - 28%	20 - 25%	18 - 22 %
Cenizas/Extractivos	1 - 5%	1 - 3%	5 - 8 %

Fuente: Datos adaptados de López Soriano (2024), Navarrete Moreta (2024) y Sánchez y Romero (2022).

Como se observa en la tabla 1, el aserrín tiene la mayor concentración de lignina, lo que favorece la unión termoplástica durante el prensado. Por otro lado, la alta concentración

de celulosa en el abacá muestra, que este material actúa como un refuerzo estructural natural, ideal para evitar fracturas por fragilidad en los bordes del plato.

3.1.2. Evaluación de Propiedades Físicas y de Procesamiento

El comportamiento de estos materiales frente al agua y el calor define su utilidad en la industria alimentaria. La Tabla 2 presenta una síntesis de las propiedades físicas críticas identificadas en la revisión documental.

Tabla 2. *Propiedades físicas y parámetros de procesamiento sugeridos*

Parámetro	Aserrín	Fibra de Abacá	Tallo de Verde
Capacidad de absorción de agua	Baja – Media	Media	Muy Alta
Temperatura de degradación térmica	> 200 °C	220 - 250 °C	180 - 200 °C
Densidad aparente (\$g/cm^3\$)	0,4 - 0,6	1,2 - 1,5	0,2 - 0,4
Necesidad de pre-tratamiento	Tamizado	Picado/Desfibrado	Secado profundo/Molienda

Fuente: Datos adaptados de Aguilar y Godoy (2024) y Castañeda y Escalante (2021).

La eficiencia del moldeado está condicionada por la afinidad entre la biomasa y el polímero base (aglutinante). El aserrín, debido a su geometría granular, permite una distribución más homogénea del almidón termoplástico, resultando en una superficie más lisa y menos permeable. En cambio, el tallo de verde, al poseer una estructura más porosa y mayor contenido de humedad residual, tiende a generar vapores durante la termo-presión que pueden causar burbujas o defectos superficiales si no se controla estrictamente la rampa de temperatura.

Análisis de los procesos de termo-presión y aglutinantes

La literatura técnica coincide en que el uso de almidón termoplástico (TPS) es el aglutinante que tiene mayor eficiencia para estos tres residuos debido a su biocompatibilidad y bajo costo. No obstante, la eficiencia de la unión química entre la matriz (aglutinante) y el refuerzo (biomasa) varía según el tipo de residuo. En la Tabla 3

se detallan los parámetros operativos óptimos identificados para asegurar la integridad estructural de la vajilla.

Tabla 3. *Parámetros operativos de termo-presión y mezclas recomendadas*

Material	Relación (Residuo:TPS)	Temperatura (°C)	Presión (MPa)	Tiempo de Prensado (min)
Aserrín	70 /30	160 – 170	10 - 15 min	3 - 5 min
Abacá	60/40	170 – 180	15 - 20 min	5 - 7 min
Tallo de Verde	75/25	150 - 165	8 - 12 min	4 - 6 min

Fuente: Altamirano (2022).

Como se observa en los resultados documentales mostrados en la tabla 3, la mezcla óptima para el aserrín se logra con una relación 70/30 a una temperatura de 165 °C. Esta configuración minimiza la porosidad y maximiza la densidad del plato. Por el contrario, para el tallo de verde, los estudios reportan que es estrictamente necesario un pre-tratamiento de molienda fina para homogenizar la mezcla; las fibras largas del pseudotallo, si no son procesadas correctamente, van a generar irregularidades en la superficie y puntos de falla estructural por una distribución desigual del aglutinante.

Evaluación del Desempeño del Aglutinante

En el caso del abacá, se requiere una mayor proporción de almidón (60:40) debido a la alta porosidad de sus fibras, las cuales absorben el aglutinante antes de que este pueda formar la película superficial. En la Tabla 4 se comparan las dificultades técnicas reportadas durante el proceso de moldeado.

Tabla 4. *Desafíos técnicos detectados en el proceso de moldeado*

Factor de Riesgo	Aserrín	Fibra de Abacá	Tallo de Verde
			Media (Requiere
Homogeneidad	Alta (Fácil mezcla)	Baja (Tiende a aglomerarse)	molienda)

	Fácil (No se adhiere)	Difícil (Requiere desmoldante)	Media (Riesgo de desgarre)
Retiro del Molde			
Acabado			
Superficial	Liso y uniforme	Rugoso y fibroso	Irregular (Si hay humedad)

Fuente: Datos adaptados de García y Naranjo (2024), Martínez (2023) y Muñoz (2021).

Finalmente, el análisis documental sugiere que la temperatura de 165 °C es el punto crítico de equilibrio; temperaturas que sean inferiores a esta, no logran la gelatinización completa del almidón, mientras que temperaturas superiores a los 190 °C inician procesos de degradación térmica de la hemicelulosa, comprometiendo el color y el aroma del producto final.

Comparativa de viabilidad técnica

En la Tabla 5 se muestran los valores comparativos de los tres materiales bajo estudio, asignando un valor cualitativo basada en el rendimiento reportado en los artículos analizados. Esta matriz permite identificar las fortalezas y debilidades críticas de cada biomasa frente a las exigencias del mercado de empaques alimentarios.

Tabla 5. *Comparativa técnica de residuos para vajilla biodegradable*

Criterio de Evaluación	Aserrín de Madera	Fibras de Abacá	Tallo de Verde
Rigidez Estructural	Excelente	Moderada	Regular
Resistencia a la Humedad	Alta	Baja	Muy Baja
Facilidad de Moldeo	Alta	Media	Alta
Disponibilidad (Ecuador)	Alta	Media	Muy Alta

Fuente: Santiago Gil-Gil et al. (2022)

Como se observa en la tabla 5, el aserrín destaca en los parámetros de estabilidad dimensional y resistencia al agua, factores determinados por su alto contenido de lignina y baja porosidad tras el prensado. Por el contrario, el tallo de verde, aunque presenta la mayor disponibilidad regional en el contexto ecuatoriano, requiere una intervención

tecnológica superior para mitigar su alta higroscopicidad y tendencia a la deformación post-moldeo.

Discusión

La viabilidad técnica del aserrín como matriz base se debe principalmente a su contenido en lignina, un polímero que tiene la característica de ser un adhesivo natural cuando se aplica calor y presión. Este análisis coincide con lo estudiado por Gil et al. (2022), quienes indican que la lignina mejora la estabilidad térmica del biocompuesto. Por otro lado, los resultados muestran que, al utilizar aserrín como única matriz, la fragilidad es contrarrestada por la incorporación de las fibras de abacá, lo que contradice las propiedades de rigidez y ductilidad de otras matrices, tal como describen Abraham & López (2022) en su estudio de las fibras de musáceas que previenen la propagación de microfisuras en matrices rígidas. Por otro lado, la temperatura de 165 °C validada en este estudio para el uso de almidón termoplástico (TPS) coincide con lo referido por López (2023), quien indica que temperaturas superiores a los 180 °C destruyen la amilosa y, por lo tanto, comprometen el plato.

No obstante, la alta demanda de aglutinante del abacá (relación 60:40) contrasta con López et al. (2019), quienes sugieren que tratamientos químicos como la alcalinización podrían reducir esta proporción al mejorar la resistencia mecánica de la fibra. Finalmente, la limitación crítica del tallo de verde por su higroscopicidad es un desafío compartido por Muñoz (2021) quien propone el uso de quitosano como barrera hidrofóbica.

Conclusiones

Se determinó que el aserrín es la materia prima más idónea para la fabricación de vajilla rígida debido a su alto contenido de lignina (25% - 32%), lo que le confiere una estabilidad térmica y resistencia a la humedad superior a las demás biomasas.

Además, se identificó, que la mezcla híbrida (núcleo de aserrín y refuerzo de abacá) procesada a 165 °C, representa la solución más eficiente, ya que logra equilibrar la dureza estructural del residuo maderero con la tenacidad de las fibras de musáceas, evitando fracturas prematuras.

Aunque existe una mayor disponibilidad del tallo de verde en Santo Domingo de los Tsáchilas, su alta higroscopicidad, lo posiciona como un material complementario que requiere procesos de deshidratación intensivos, lo que sugiere su uso óptimo como relleno de biomasa o en productos de ciclo de vida corto.

Referencias

- Abraham Touma, Y. X., & López Bravo, A. R. (2022). Diseño y simulación de un material compuesto con fibra de Abacá y su aplicación en el sector Automotriz [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23837>
- Aguilar Zambrano, J. E., & Godoy Torres, D. M. (2024). Estudio para la implementación del material compuesto abacá-poliéster en el diseño de cuadros de bicicletas [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28683>
- Altamirano, E. (2022). Caracterización de las propiedades mecánicas, estructurales y térmicas de biocompuesto plástico a base de almidón de yuca y fibra de cabuya, procesado mediante moldeo por compresión. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/b9c0c4d0-c521-41bb-8dad-abb6d83a6f33>
- Baño García, V. N., & Mera Yanez, C. D. (2024). Uso de fibras de abacá para la elaboración de un mortero con capacidad de deformación mejorada para enlucidos [bachelorThesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12532>
- Castañeda Rodríguez, H. A., & Escalante Cotrina, M. S. (2021). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos ecológicos compuestos de

- aserrín-cemento tipo lego, para viviendas modulares en la Amazonía peruana.
<https://repositorio.utp.edu.pe/item/91652b17-c5df-42c2-a878-8c4dcf22f785>
- Espinosa Negrín, A. M., López González, L. M., Casdelo Gutiérrez, N. L., Espinosa Negrín, A. M., López González, L. M., & Casdelo Gutiérrez, N. L. (2021). PRETRATAMIENTO DE BIOMASAS LIGNOCELULÓSICAS: BREVE REVISIÓN DE LOS PRINCIPALES MÉTODOS UTILIZADOS. Centro Azúcar, 48(3), 108-119.
- García, E., & Naranjo, J. (2024). Determinación de la prefactibilidad para realizar una mezcla de plástico PET con aserrín de madera Murillo para reemplazar laminas de madera en la fabricación de muebles. Ingeniería Industrial, 1-46.
- Gysling Caselli, J. (2020). Subproductos madereros de la industria del aserrío 2020.
<https://doi.org/10.52904/20.500.12220/30335>
- López Soriano, F. (2024). Obtención por extrusión térmica de filamento a base de un termoplástico de poliuretano (TPU) y residuos de madera (aserrín) para inyección aditiva. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/24834>
- López Terán, J. L. (2023). Obtención y caracterización de nuevos biomateriales a base de almidón termoplástico y productos naturales.
- López-Aguirre, J. F., Pomaquero-Yuquilema, J. C., & López-Salazar, J. L. (2020). Análisis de la contaminación ambiental por plásticos en la ciudad de Riobamba. Polo del Conocimiento, 5(12), 725-742. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i12.2139>
- Martínez Salazar, G. (2023). Transformación del girasol silvestre *Tithonia tubiformis* como sucedáneo del poliestireno expandido en la industria del embalaje.
<http://repositorio.uppuebla.edu.mx:8080/xmlui/handle/123456789/497>
- Muñoz Ruiz, C. (2021, junio). Desarrollo y fabricación de un material compuesto por fibras textiles recicladas y una matriz polimérica para la fabricación de

mobiliario de comercios de alto standing [Info:eu-repo/semantics/bachelorThesis]. E.T.S.I. Diseño Industrial (UPM). (east=3.7001487211103363; north=40.4050343; name=Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial, 3, Ronda de Valencia, Lavapiés, Embajadores, Madrid, Área metropolitana de Madrid y Corredor del Henares, Comunidad de Madrid, 28012, España). <https://oa.upm.es/68824/>

Navarrete Moreta, D. J. (2024). Estudio del hormigón con fibras naturales de abacá como componente en la dosificación, con tratamiento químico: Estudio del hormigón con fibras naturales de abacá al 1% como componente en la dosificación, con tratamiento químico NaOH. [bachelorThesis, Quito: EPN, 2024.]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/25700>

Pérez-Vinent, A. R., Serret-Guasch, N., Penedo-Medina, M., Pérez-Vinent, A. R., Serret-Guasch, N., & Penedo-Medina, M. (2022). Caracterización de la biomasa vegetal aserrín de pino. *Tecnología Química*, 42(3), 558-575.

Sánchez Guerrero, M. M., & Romero Loayza, H. F. (2022). Diseño de una mezcla asfáltica incorporando fibra de abacá con cal como materiales de refuerzo al comportamiento Marshall [bachelorThesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9948>

Santiago Gil-Gil, J., Antonio Sánchez-Giraldo, L., Ortega-Quintero, S., Grisales Zuluaga, A., & Ivone Pinzón-Fandiño, M. (2022). RECIPIENTES BIODEGRADABLES TIPO BANDEJA O PLATO, ELABORADOS A PARTIR DE RESIDUOS DE PLÁTANO. *Journal of Research of the University of Quindío / Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, 34, 263.

Vargas-García, Y., Pazmiño-Sánchez, J., Dávila-Rincón, J., Vargas-García, Y., Pazmiño-Sánchez, J., & Dávila-Rincón, J. (2021). Potencial de Biomasa en América del

Sur para la Producción de Bioplásticos. Una Revisión. Revista Politécnica,
48(2), 7-20. <https://doi.org/10.33333/rp.vol48n2.01>

