

Aglomerado de cascarilla de arroz y HDPE, para elaboración de mobiliario en viviendas de interés social

Johandra Mantilla¹

Laura Acosta²

Hollman Aponte³

RESUMEN

Los residuos sólidos ordinarios causan problemas ambientales en zonas rurales y urbanas. Los impactos ambientales asociados tienen una repercusión en el ser humano y en el entorno debido a que su almacenamiento ocupa grandes espacios. Por otra parte, la generación de residuos agroindustriales ocurre durante los procesos relacionados con el cultivo y obtención de materia prima o en sus actividades de procesamiento, dando como resultado la contaminación en el suelo y el agua afectando fuentes superficiales y subterráneas; no obstante, generan una contaminación mínima en la atmósfera debido a las emisiones provenientes de las operaciones que incluyen en su proceso material particulado, óxido de azufre, óxidos nitrosos, hidrocarburos y otros compuestos orgánicos.

Con lo anterior se plantea un proyecto de investigación en el desarrollo de un material aglomerado que contenga como materia prima cascarilla de arroz y como aglutinante polimérico el HDPE, LDPE, PP, PS y PLA. Dadas las propiedades físicas y mecánicas resultado de la mezcla de los materiales se pretende desarrollar mobiliario para viviendas de interés social con características de bajo costo de fabricación, durabilidad y resistencia siendo sostenibles en el tiempo para generar un valor agregado a la reutilización de los residuos sólidos y agroindustriales. A la hora de realizar las probetas de los materiales seleccionados se deduce que el proceso idóneo para la compactación de los dos agregados es el calentamiento previo de los polímeros para luego adicionar el material agroindustrial, de esta manera se obtiene una mezcla más homogénea.

Palabras clave: Residuos sólidos, Agroindustria, Aglomerados, Mobiliario.

ABSTRAC

Ordinary solid waste causes environmental problems in rural and urban areas. The associated environmental impacts have an impact on the human being and the environment because their storage occupies large spaces. On the other hand, the generation of agroindustrial waste happens during the processes related to the cultivation and obtaining of raw material or in its processing activities, resulting in contamination in soil and water affecting surface and underground sources; however, they generate minimal pollution in the atmosphere due to emissions from operations that include particulate matter, sulfur oxide, nitrous oxides, hydrocarbons and other organic compounds.

According with the last, a project is proposed whit the development of an agglomerated material that contains rice husk as raw material and HDPE, LDPE, PP, PS and PLA as polymeric binder. Given the physical and mechanical properties resulting from the mixture of materials, the intention is develop furniture for low-income housing with features of low manufacturing cost, durability and resistance being sustainable over time to generate added value for the reuse of solid waste and agroindustrial materials. At the time of making the samples of the selected materials, it can be deduced that the ideal process for the compaction of the two aggregates is the previous heating of the polymers to then add the agroindustrial material, in this way a more homogeneous mixture is obtained.

Keywords: Solid waste, Agroindustry, Agglomerates, Furniture.

¹ Centro Industrial del Diseño y la Manufactura, Sena, Colombia. Email: jvmantilla@sena.edu.co

² Centro Industrial del Diseño y la Manufactura, Sena, Colombia. Email: lau.fer.acosta.g@gmail.com

³ Centro industrial del Diseño y la Manufactura, Tecnoparque nodo Bucaramanga, Sena, Colombia Email: hoaponte@sena.edu.co.

I. INTRODUCCIÓN

En Colombia la industria del plástico ha sido la actividad con más dinamismo en las últimas décadas con un crecimiento anual del 7% (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004). Este aumento funda un panorama respecto a la producción de residuos en la industria del plástico en Colombia, en el cual se evidencia el impacto ambiental que se genera cuando el ciclo de vida del producto elaborado con esta materia prima ya cumple su etapa final de uso con el consumidor y es desechado en los botaderos a cielo abierto, práctica que predomina en la mayoría de los municipios del territorio colombiano. Generalmente la equivocada disposición de los residuos se debe a la falta de aplicación de tecnologías alternativas para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final, la falta de coordinación de recursos financieros por parte de los otros municipios entre otros. Para dar solución a esta problemática actual es necesario implementar tecnologías alternativas para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos es por esto que El gobierno nacional en su interés por minimizar este tipo de impacto al medio ambiente ha creado una estrategia liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible denominada: Programas Posconsumo de Residuos la cual va dirigida a promover la gestión ambientalmente adecuada de los residuos posconsumo con el fin de darle un tratamiento diferente en el momento de la recolección y disposición final para con ello evitar que se mezclen con los residuos de origen doméstico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s.f.).

Por otra parte, la agroindustria en Colombia además de hacer un aporte significativo en

el PIB con un 10,3% según cifra del DANE, genera en su disposición final residuos que no son aprovechados. No obstante, se conoce que en el departamentos de Santander existen dos tipos de cultivos; los transitorios que ocupan una superficie cultivada de 27.688 hectáreas y los permanentes con 139.129 hectáreas (Cámara de comercio de Bucaramanga, 2015), los residuos transitorios generados por las distintas actividades agrícolas en el departamento son el maíz, papa, yuca, tabaco y fríjol, y los residuos permanentes generados de las diferentes actividades transformadoras son la naranja, café, caña, piña y cacao. Considerando que los subproductos agroindustriales generados desde el proceso de siembra y los que se derivan de su manejo y comercialización constituyen a un serio problema de residuos en gran parte del mundo debido a que se han experimentado amentos en la producción y que además existen pocas alternativas para su aprovechamiento, sumando además la falta de conciencia en la protección del medio ambiente, provocando que estos se conviertan en fuentes de contaminaciones de los recursos naturales; suelo, agua y aire. (Centro de Promoción Tecnología Sostenible., 2003).

Sin embargo, los residuos de arroz, aunque no hacen parte de los dos tipos mencionados anteriormente provocan afectaciones al medio ambiente ya que se quema al aire libre lo cual induce a la generación de cenizas con un alto contenido de sílice el cual contamina en gran proporción al suelo.

De la necesidad del aprovechamiento de materiales posconsumo como los polímeros y los residuos agroindustriales surge el proyecto de investigación para el desarrollo de un material aglomerado compuesto por estos

dos tipos de residuos, que al ser mezclados, transformados y testeados puedan generar la materia prima óptima para el desarrollo de mobiliario multifuncional para espacios reducidos en viviendas de interés social. Es por esta razón que se presenta en el presente artículo en la primera sesión la metodología empleada para la selección de materiales a emplear y sus respectivas caracterizaciones química. En la segunda sesión se presentan los resultados obtenidos de acuerdo a la metodología planteada, destacando los análisis químicos y la elaboración de las probetas. Finalmente se realiza lo concluido hasta el momento.

II. METODOLOGÍA

En la metodología descrita en la gráfica 1 se contemplan las 4 fases a realizar para el desarrollo del proyecto, la primera de ellas es el estado del arte, luego la selección de materiales, la caracterización y finalmente la elaboración de probetas. Cabe resaltar que el proyecto se encuentra en curso por esta razón se presentan algunas muestras de probetas realizadas en el laboratorio de química.

Las probetas de material obtenidas resultado del proceso anterior deben someterse a pruebas mecánicas y de resistencia de materiales derivados de los requerimientos para el diseño del mobiliario.



Figura 1 Metodología.

Fuente: Elaboración propia

III. RESULTADOS

Para esta fase y siguiendo la metodología de trabajo, se genera en primer lugar un estado del arte para contextualizar el propósito del proyecto y analizar las investigaciones desarrolladas en temas de residuos pos consumo y residuos agroindustriales y sus posibles aplicaciones en procesos y artefactos, así mismo cómo pueden estar presentes en procesos de generación de propuestas de nuevos aglomerados a nivel mundial. De la revisión bibliográfica anteriormente realizada se concluyó que, aunque se están desarrollando procesos para el aprovechamiento de los residuos Agroindustriales y los posconsumos son limitados los que se atreven a realizar procesos de aglomeración con ambos suministros por lo que se puede determinar que la generación de alternativas para aglomerados con estas variaciones son pocas actualmente.

Seguidamente se realiza el proceso de selección de materiales en donde se tienen en cuenta los residuos posconsumo y agroindustriales mencionados anteriormente puesto que son los que se generan en mayor proporción en el departamento de Santander si se tiene en cuenta que en el departamento se deberían aprovechar cerca del 20% de los residuos sólidos pero por diversos motivos solo se aprovecha el 2,4%. (Ardila, 2017). Teniendo en cuenta las cifras anteriores se realiza una jerarquización de los materiales respecto a las características requeridas para justificar la selección y es así como se decide usar el polietileno de alta densidad (HDPE) para esta primera etapa de pruebas con materiales posconsumo. Ceresana publica un estudio sobre el mercado mundial del HDPE, dicho estudio prevé un crecimiento

de una media de 2,7% anual hasta el 2024 (Interempresas, 2017).

Las aplicaciones del HDPE se pueden encontrar generalmente en la elaboración de utensilios domésticos, juguetes, botellas, envases de alimentos, detergentes y productos de limpieza entre otros, presenta características mecánicas importantes como la alta resistencia al impacto siendo ligero, flexible y tiene propiedades químicas importantes que aportan atributos a la concepción final del aglomerado.

Como resultado del análisis preliminar de los anteriores residuos agroindustriales, la cascarilla de arroz tiene una participación importante como materia prima puesto que la actividad arrocería del departamento registró una contribución importante respecto al área sembrada con un 1,0 y 4,2 punto porcentual (DANE, 2017). Teniendo una producción significativa de arroz se genera en igual medida afecciones al medio ambiente ya que la cascarilla presenta una estructura cerrada dificultando la combustión y por contener un alto índice de sílice (el 20%) es de muy baja biodegradabilidad en condiciones de ambiente natural. Cuando la cascarilla se somete a un proceso de quema genera un 17.8% de ceniza rica en Sílice (94%) (Valverde G, Sarria L, & Monteagudo Y, 2007), por tal razón se decide utilizar este residuo.

En el laboratorio por medio del método de calentamiento del material con una fuente de calor suministrada por gas propano y presión por medio de prensas manuales se logran obtener diferentes probetas de material, estas probetas contienen diferentes porcentajes de adiciones en su mezcla para generar distintas posibilidades y realizar

comparaciones posteriores respecto a pruebas mecánicas y físicas en un laboratorio de materiales.

La figura 2, explica el paso a paso para la realización de las probetas, evidenciando 5 pasos: 1. Cálculo de porcentaje de cada material, adición del aglutinante, calentamiento de los materiales, vertimiento en el molde y finalmente el prensado.



Figura 2. Proceso de elaboración de probetas.

Fuente: Elaboración propia

El molde inicial para la realización de las probetas tenía un diámetro de 50mm como se observa en la figura 3.

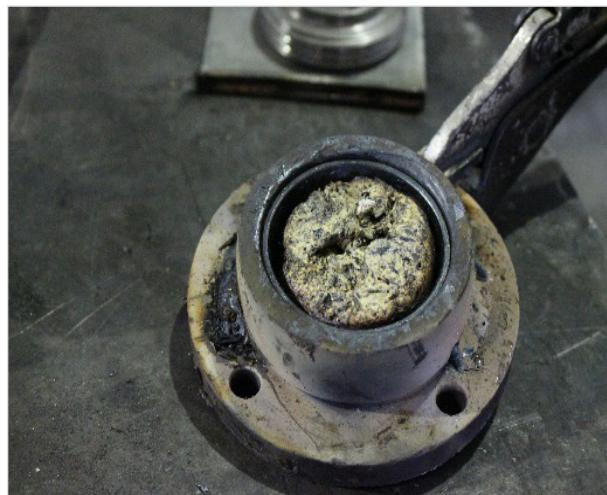


Figura 3. Molde inicial.

Fuente: Elaboración propia

Pero para efecto de cumplimiento con la norma ASTM 1037 (1992) y se opta por usar uno con dimensiones de 100 mm x 20 mm x 10mm como

se observa en la figura 4, para posteriormente ajustar las probetas a las medidas estipuladas en la norma y realizar el análisis mecánico teniendo en cuenta las medidas conformes a las pruebas y análisis de: flexión, compresión, absorción de agua y dureza a la penetración (Gaitan, Fonthal, & Ariza Calderon, 2016).



Figura 4. Molde rediseñado.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1 se evidencian los porcentajes de las mezclas de Cascarilla de Arroz y HDPE desarrolladas para la primera probeta.

Tabla 1.

Porcentaje 50/50 de los materiales seleccionados

Material A (Ma):	Cascarilla de arroz		
Material B (Mb):	hdpe		
Peso del material A	Peso del material B		
100%	43,6g	100%	166,6g
75%	32,7g	75%	124,9g
50%	21,8g	50%	83,3g
25%	10,9g	25%	41,6g
MEZCLAS			
50/50	Ma 21,8 g	20% Ma	8,7
	Mb 83,3 g	20%Mb	33,3

Posterior a la selección del material y a la determinación de la cantidad de uso que en este caso es un 50/50 de ambos materiales, se realizó el proceso de adición del aglutinante que para el primer caso fue aceite lubricante como se observa en la figura 4, seguido se calentó y finalmente se prensó.



Figura 5. Primera probeta con cascarilla de arroz, hdpe y aceite lubricante.

Fuente: Elaboración propia.

Terminado el proceso propuesto en la figura 2, se observa que la probeta por condiciones del aglutinante genera un aspecto de quema del material y visualmente no es una textura limpia, por lo que se opta por el uso del aceite de palma.



Figura 6. Probeta con cascarilla de arroz, hdpe y aceite de palma. Fuente: Elaboración propia



Figura 7. Peso de la probeta con cascarilla de arroz, hdpe y aceite de palma.

Fuente: Elaboración propia

La figura 6 expone una probeta mucho más limpia visualmente y al tacto, logrando que el aceite de palma no se queme y así poder apreciar los elementos que componen al aglomerado.

Por su parte la figura 7 evidencia el peso de la probeta con el área mencionada anteriormente, arrojando un valor de 239.4gr respectivamente. Las proporciones usadas para la elaboración de esta segunda probeta son las mismas expuestas en la tabla 1. Se elaboró otra muestra de probeta con cantidades correspondientes al 25/75 de cantidad de uso, tabla 2.

Tabla 2.

Porcentaje 25/75 de los materiales seleccionados

Material A (Ma):		Cascarilla de arroz	
Material B (Mb):		hdpe	
Peso del material A		Peso del material B	
100%	43,6g	100%	166,6g
75%	32,7g	75%	124,9g
50%	21,8g	50%	83,3g
25%	10,9g	25%	41,6g
MEZCLAS			
25/75	Ma 10,9g	20% Ma	8,7
	Mb 124,9g	20%Mb	33,3

Siguiendo el paso a paso de la figura 2, pero variando el método de calentamiento de material, se adiciono en primera medida el HDPE para que este lograra una plastificación antes de ser adicionada la cascarilla, el resultado de esta variación en el proceso se evidencia en la figura 8.



Figura 8. Probeta con cascarilla de arroz, hdpe previamente calentado y aceite de palma. Fuente: Elaboración propia



Figura 9. Peso de la probeta con cascarilla de arroz, hdpe previamente calentado y aceite de palma.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 10. Probeta con cascarilla de arroz, hdpe y aceite de palma.

Fuente: Elaboración propia

Al calentar el material previamente se logra una homogeneidad en ambas adiciones, logrado compactar de mejor manera la Cascarilla de arroz y el HDPE, así mismo se logra un acabado

más macizo, más liso y una textura visual más uniforme.

Se decidió hacer una prueba con un porcentaje de 75/25 para efectos de comparación, los porcentajes quedaron de la siguiente manera, tabla 3.

Tabla 3.

Porcentaje 75/25 de los materiales seleccionados.

Material A (Ma):		Cascarilla de arroz	
Material B (Mb):		hdpe	
		Peso del material A	Peso del material B
100%	43,6g	100%	166,6g
75%	32,7g	75%	124,9g
50%	21,8g	50%	83,3g
25%	10,9g	25%	41,6g
MEZCLAS			
75/25	Ma 32,7 g	20% Ma	8,7 g
	Mb 41,6 g	20% Mb	33,3 g

De igual modo se sigue el mismo paso de la figura 2, pero mezclando los dos materiales al mismo tiempo para lograr plastificarlos al tiempo lo que logra evidenciar que este porcentaje no es el adecuado para conseguir un material compacto, en la figura 8 se observa luego de unos minutos de calentamiento como el material nunca logro una consistencia homogénea.

Aun utilizando el aglutinante no se logra llegar a la plastificación deseada por lo que se descarta seguir utilizando esta proporción para la elaboración de próximas probetas.

IV. CONCLUSIONES

Durante la fase final de elaboración de probetas se observó que las mezclas correspondientes al 75% de cascarilla de arroz y 25% de HDPE no generaron un resultado favorable, puesto que en el proceso de plastificación del polímero este no cumplió con los requerimientos mínimos de homogeneidad debido a que había exceso de cascarilla. Para efectos de aglutinar la cascarilla de arroz y el polietileno de alta densidad se decide usar el aceite de palma logrando con esta adición un acabado mucho más limpio y visualmente más agradable, además facilitó un poco más el proceso. Además de esto, se adiciono un 20% de cada material por perdida, para mantener el volumen requerido en el área dispuesta del molde para la fabricación de la probeta.

V. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Centro Industrial del Diseño y la Manufactura por su apoyo y seguimiento en el proceso del proyecto, a Tecnoparque Nodo Bucaramanga por brindar los ambientes de trabajo, las herramientas y la asesoría de los profesionales expertos en el tema, al Semillero Artefacto del Centro Industrial del Diseño y la Manufactura por la vinculación de la Aprendiz y por sus asesorías y finalmente a la Msc. Gianina Garrido Silva por su orientación y asesoramiento durante del proceso.

VI. REFERENCIAS

2016 ISO. (2016). Organisation Internationale de Normalisation . Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:6892:-1:ed-2:v1:en>

Ardila, E. K. (22 de Octubre de 2017). Buman-

gueses solo reciclan el 2,4 % de sus residuos sólido. Vanguardia Liberal .

Cámara de comercio de Bucaramanga. (2015). Actividad AGRÍCOLA Santander 2015. Cámara Directa, 1.

Centro de Promoción Tecnología Sostenible. (2003). Guía técnica de Producción más Limpia para Curtiembres. Otras Medidas de Producción más Limpia: Valoración de Residuos.

DANE. (2017). Encuesta Nacional de Arroz mecanizado . Bogotá.

Interempresas. (2017). El polietileno de alta densidad crecerá un 2,7% anual hasta 2024. Interempresas.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). www.minambiente.gov.co. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/28-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana#programa-posconsumo-de-residuos>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). Sector Plásticos: Principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y Manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo. Bogotá.

Valverde G, A., Sarria L, B., & Monteagudo Y, J. P. (2007). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA. pereira : Scientia et Technica.