



UJAT

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”



JOB π BS

DACB • UJAT

Journal of Basic Sciences

Volumen 10 • número 28 • mayo-agosto 2024

ISSN:2448-4997

<https://revistas.ujat.mx/index.php/jobs>





Es grato entregar a los lectores el número 28 del Journal of Basic Sciences, en donde se han integrado reportes de investigación alrededor de diferentes temáticas, con aspectos que cubren la búsqueda de estrategias sostenibles, el desarrollo de la ciencia de los materiales y aportaciones dirigidas a la enseñanza de las ciencias. Así, se presenta el desarrollo de una propuesta para la síntesis de bioplásticos a partir de un desecho agroindustrial como lo es la pectina, la cual se considera un recurso renovable y de fácil acceso. Mediante una serie de transformaciones químicas, se logró la obtención de un material polimérico con propiedades apropiadas para procesos térmicos. Por otro lado, ante la problemática derivada de una gestión inadecuada de residuos plásticos, se cuenta con estrategias de reciclaje de este tipo de materiales, con lo que se logran beneficios tanto al medio ambiente como a la economía, derivado de lo anterior, se desarrolló un estudio para reciclar polietileno de alta densidad para generar soportes que pueden ser empleados en la reparación de mobiliario escolar, proponiendo así una alternativa viable para reducir los residuos plásticos, obteniendo un material práctico con un gran potencial de utilidad. La ciencia de los materiales persigue el diseño y obtención de nuevas sustancias destinadas a cumplir funciones específicas, en función de un diseño apropiado de sus propiedades, en este tenor, se presenta un reporte para la obtención de materiales híbridos preparados a partir de grafito convenientemente tratado, con la finalidad de obtener electrodos para supercondensadores, que puedan tener una alta capacidad de almacenamiento energético. Este proceso se describe como económico y con la ventaja de poder ser realizado en un tiempo relativamente corto. Continuando con el diseño de nuevos materiales, se presenta la obtención de zeolitas modificadas con cobre mediante un proceso mecanoquímico. Este tipo de modificaciones permite generar propiedades novedosas, con aplicaciones inusuales. En el reporte incluido en este número, se describe la preparación de la zeolita modificada, su caracterización estructural y la comparación contra el material original, con la finalidad de estudiar el efecto del proceso aplicado. En otro orden de ideas, se incluye una contribución que explora el desarrollo de un recurso didáctico para aplicarlo en el aprendizaje de la química. Específicamente, se propone una estrategia lúdica basada en un cómic para facilitar la adquisición de conocimientos relacionados con la simetría molecular. Al mostrar diferentes facetas en donde se ve involucrado el desarrollo de las ciencias básicas, se espera que este número cumpla con las expectativas y resulte de interés para la comunidad de lectores del Journal of Basic Sciences.

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

- Lic. Guillermo Narváz Osorio. Rector
- Dr. Luis Manuel Hernández Govea. Secretario de Servicios Académicos
- Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez. Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación
- Dr. Pablo Marín Olán. Director de Difusión, Divulgación Científica y Tecnológica

Directorio Divisional

División Académica de Ciencias Básicas

- Dra. Hemicenda Pérez Vidal. Directora
- Dr. Luis Manuel Martínez González. Coordinador de Investigación
- M.C. Abel Cortazar May. Coordinador de Docencia
- L.Q. Esmeralda León Ramos. Coordinador de Difusión Cultural y Extensión

Comité Editorial

- Dr. Carlos Ernesto Lobato García. Editor en Jefe
- Dr. Adib Abiu Silahua Pavón. Gestor Editorial
- Mtra. Claudia Gisela Vázquez Cruz. Editora Asociada. Actuaría
- Mtra. María Hortensia Almaguer Cantú. Editora Asociada. Ciencias de la Computación
- Dr. José Arnold González Garrido. Editor Asociado. Ciencias Farmacéuticas
- Dr. José Luis Benítez Benítez. Editor Asociado. Física
- Mtro. Guillermo Chávez Hernández. Editor Asociado. Geofísica
- Dra. Addy Margarita Bolívar Cimé. Editora Asociada. Matemáticas
- Dra. Nancy Romero Ceronio. Editoria Asociada. Química

CONTENIDO

	Pag.
Pectin Extracted from Orange Peel (Citrus Sinensis) to Obtain Bioplastic: Synergistic Effects with Alginate	1-9
Sustitución Sostenible del Tablero de MDF-Melamina en Mesas Binarias Desechadas en Instituciones de Educación Superior	10-21
Exfoliación mecánica relevante en la síntesis de materiales tipo polioxometalatos y GO	22-35
Síntesis mecanoquímica de zeolita A modificada con Cu	36-42
Implementación de un cómic para la enseñanza de simetría molecular en química	43-55

Sustitución Sostenible del Tablero de MDF-Melamina en Mesas Binarias Desechadas en Instituciones de Educación Superior

Córdova-López, Y. I.¹, Bautista-Valier, E.², Laines-Canepa, J. R.^{1*}, Sosa-Olivier. J. A.¹, Espinosa de los Monteros-Reyna, A. E.³

¹Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas, Carretera Villahermosa-Cárdenas Km. 0.5 S/N, Ranchería Emiliano Zapata, 86150, Villahermosa, Tabasco, México.

²Instituto Tecnológico Superior de Comalcalco, Carretera vecinal Paraíso – Comalcalco KM 2, Ranchería Occidente 3ra sección, 86650, Comalcalco, Tabasco, México.

³Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas, Carretera Cunduacán -Jalpa Km 1, Col. Esmeralda, 86690, Cunduacán, Tabasco, México.

Resumen

La gestión inadecuada de residuos plásticos es un problema global debido a su lenta degradación, que contamina el ecosistema. El reciclaje de polietileno de alta densidad (PEAD) es una solución sostenible que reduce las emisiones de carbono en comparación con la producción de plástico nuevo, beneficiando tanto al medio ambiente como a la economía. Este estudio se centra en la fabricación de tablas de PEAD a escala de laboratorio para reemplazar los tableros de MDF-Melamina deteriorados en la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). El proceso de moldeo por compresión incluye ocho pasos: recolección, lavado, molienda, fundición, moldeo, prensado, desmoldeo y acabado. Se utilizaron 5.6 kg de PEAD para fabricar 16 tablas de 17x17x1.2 cm, con resina epóxica opcional para el acabado final. Los resultados demuestran que el PEAD reciclado es una alternativa viable para reducir residuos plásticos y contaminación, ofreciendo una solución práctica para instituciones públicas y privadas.

Palabras claves: *Polietileno de Alta Densidad, Reciclado, Sostenible.*

Abstract

The improper management of plastic waste is a global problem due to its slow degradation, which pollutes the ecosystem. Recycling high-density polyethylene (HDPE) is a sustainable solution that reduces carbon emissions compared to the production of new plastic, benefiting both the environment and the economy. This study focuses on the laboratory-scale production of HDPE boards to replace deteriorated MDF-Melamine boards in the División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) at the Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). The compression molding process includes eight steps: collection, washing, grinding, melting, molding, pressing, demolding, and finishing. A total of 5.6 kg of HDPE was used to manufacture 16 boards measuring 17x17x1.2 cm, with epoxy resin optionally used for the final finish. The results demonstrate that recycled HDPE is a viable alternative for reducing plastic waste and pollution, offering a practical solution for public and private institutions.

Keywords: *High Density Polyethylene, Recycled, Sustainable.*

1. Introducción

El manejo inadecuado de los residuos plásticos es un problema mundial que causa importantes problemas ambientales. Los plásticos a base de petróleo pueden tardar hasta 1000 años en descomponerse en los vertederos [1]. Los plásticos se degradan a microplásticos y nanoplásticos, acumulándose en los ecosistemas a través de las redes tróficas [2]. En 2015, el 79% de los residuos plásticos generados en el mundo se acumularon en el medio ambiente [3]. A nivel mundial, la recolección de residuos plásticos post-consumo y post-industriales alcanza aproximadamente 500 millones de toneladas por año [4]. El reciclaje de residuos plásticos reduce significativamente las emisiones de carbono en un 42% en comparación con la producción de plástico convencional [5]. El Polietileno de Alta Densidad (PEAD) se utiliza ampliamente en envases y contenedores, por lo que hay abundantes residuos plásticos post-consumo y post-procesados [6]. El uso de PEAD reciclado en lugar de PEAD virgen es muy rentable y sostenible [7].

El moldeo por compresión es un proceso en el que el plástico, ya sea en forma de polvo, gránulos o preformas, se coloca en un molde abierto. Luego, el molde se cierra y se calienta con un horno eléctrico o de gas, controlando la temperatura para que el plástico se derrita uniformemente. A continuación, se aplica presión al molde cerrado, obligando al material fundido a tomar la forma del molde. Esta presión se mantiene el tiempo necesario para que el material se cure y adopte la forma deseada. Una vez terminado el tiempo de curado, se deja enfriar el molde y el material en su interior, manteniendo la presión si es necesario para asegurar que la forma se mantenga. Finalmente, el molde se abre y se extrae la pieza solidificada. Este método es versátil, ya que se puede usar con diversos tipos de plásticos, incluidos los termoestables y algunos termoplásticos, y es eficiente en términos de material, produciendo menos residuos comparado con otros métodos de moldeo [8]–[13]. Es ideal para fabricar piezas grandes y de formas complejas. Sin embargo, sus tiempos de ciclo pueden ser más largos en comparación con otros métodos como el moldeo por inyección [14], [15], y requiere un control preciso de la temperatura y la presión para garantizar la calidad del producto final. Este proceso se utiliza comúnmente en la industria automotriz para producir piezas como parachoques y paneles de puertas, en electrodomésticos para carcasas y componentes internos, y en la industria aeroespacial para componentes de aviones debido a su capacidad para producir piezas grandes y duraderas [16].

En este artículo se presenta el proceso de fabricación de tablas de PEAD a escala de laboratorio. Con estas tablas se busca sustituir los tableros de MDF-Melamina en mal estado de las mesas binarias desechadas en la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBio) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Los resultados obtenidos aportan conocimiento sobre un proceso donde se utiliza PEAD y ofrecen a instancias públicas y privadas una alternativa sostenible para la transformación de los residuos plásticos que generan, ayudando a evitar la contaminación al reducir la generación de residuos producidos diariamente.

2. Metodología Experimental

2.1 Recolección

a) Identificación de la fuente de plástico de PEAD La fuente del PEAD recolectado en el Centro de Acopio y Tratamiento de Residuos (CATRE) fueron las aulas, oficinas, áreas de laboratorio y otras

instalaciones donde se utilizaron productos en envases de PEAD en la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).

b) Clasificación y separación Se estableció un sistema de clasificación en el que se separaron los productos de PEAD de otros tipos de plástico. Para ello, se capacitó al personal del CATRE para la recolección específica de plástico.

c) Horario de recolección Se estableció un calendario de recolección regular, en función de la cantidad de residuos de PEAD generados, para asegurar que el plástico se recolectara de manera eficiente y no se acumulara en exceso. Los horarios fueron: 10:00-11:00 am; 13:00-14:00 pm y 17:00-18:00 pm de lunes a viernes.

d) Limpieza preliminar del plástico Una vez recolectado el plástico de PEAD, se retiraron cualquier contaminante superficial, como etiquetas adhesivas o restos de materia orgánica.

e) Almacenamiento Una vez recolectado, el plástico se almacenó en área adecuada y designada para evitar la exposición a factores ambientales como la humedad y la luz solar, que podrían degradar el material (Figura 1).

f) Registro y seguimiento Se llevó un registro detallado de la cantidad de plástico de PEAD recolectado durante el periodo de agosto a noviembre del semestre 2023-02.



Figura 1. Contenedor de PEAD en el área de CATRE

2.2 Molienda

a) Selección de equipamiento La máquina trituradora utilizada para la molienda del plástico de PEAD es de la marca Westinghouse, con una potencia de 40 HP (Figura 2).

b) Características del equipo La máquina trituradora opera a una velocidad de 1770 RPM. El tipo de cuchillas es de corte en "V" (chevrón). La abertura de entrada es de 73.3 x 57.0 cm y la abertura de salida tiene un diámetro de 15.7 cm.

c) Alimentación y molienda El plástico de polietileno de alta densidad se introdujo gradualmente en la máquina trituradora, asegurándose de no sobrecargarla para permitir un procesamiento eficiente. Se

encendió la máquina, se trituró el plástico en partículas más pequeñas. El proceso de molienda duró 10 minutos (Figura 3).

d) Separación de impurezas Después de la molienda, se realizó una inspección visual para detectar posibles impurezas o fragmentos no deseados en el material triturado. Cuando fuera necesario, se realizó la separación manual para eliminarlos.



Figura 2. Trituradora industrial en el área de CATRE



Figura 3. PEAD triturado dentro de la trituradora

2.3 Lavado

a) Enjuague preliminar: Se lavó el plástico triturado con agua a temperatura ambiente para eliminar partículas sueltas y suciedad superficial. Este enjuague ayudó a preparar el material para un lavado más profundo.

b) Lavado con detergente: Se sumergió el plástico triturado en una solución de agua y detergente suave.

c) Enjuague abundante: Después del lavado con detergente, se enjuagó abundantemente los plásticos con agua limpia para eliminar completamente el detergente y los residuos sueltos. Se aseguró eliminar cualquier residuo de detergente, ya que podría afectar la calidad del plástico reciclado.

d) Secado: Se colocaron los plásticos lavados en un área bien ventilada para secarlos por completo. Se evitó la exposición directa a la luz solar intensa, ya que podría causar degradación en el plástico (Figura 4).



Figura 4. PEAD triturado y secado

2.4 Fundición

a) Preparación del material fundido: Se cargaron 350 g de plástico triturado de PEAD en un molde de acero inoxidable previamente recubierto con una capa de aceite de cocina usado. El plástico en el molde se introdujo en el horno y se ajusta la temperatura de fundición a 200 °C (Figura 5).



Figura 5. Molde de acero inoxidable

b) Fundición: Se inició el proceso de fundición dentro del horno durante 1 hora (Figura 6).



Figura 6. Horno para fundición del plástico

3. Moldeado y Prensado

a) Moldeado y prensado: Para la compresión, el material fundido se colocó en un molde de acero inoxidable de 20x20x2.3 cm y se aplicó presión por 1 hora para darle forma a temperatura ambiente, utilizando una prensa manual de hierro tipo tornillo (Figura 7).



Figura 7. Prensa manual tipo tornillo

3.1 Desmoldeado y Acabado de la Tabla de Plástico de HDPE

a) Enfriamiento y solidificación: Una vez que el plástico fundido se ha moldeado y prensado, se enfrió y solidificó en el molde a temperatura ambiente durante 20 minutos.

b) Extracción de las tablas: Una vez que el plástico se ha solidificado y enfriado, se abrió el molde y se extrajo la tabla de plástico, asegurándose de que se desprenda fácilmente y conserve su forma y características.

c) Inspección de calidad: Se realizó una inspección visual de las tablas de plástico para detectar posibles defectos, deformaciones o imperfecciones. Las tablas que no cumplan con los estándares de calidad relacionados con la seguridad, durabilidad e idoneidad estructural de los muebles de asiento para establecimientos comerciales y oficinas en general son descartadas. Estos estándares, enmarcados en la NOM-N-45-C-1981 para productos de oficina y mobiliario, se aplican independientemente de los materiales de construcción, procesos de fabricación, y diseño mecánico y estético.

d) Acabado de la tabla: Las tablas seleccionadas se lijaron con una lijadora de mesa (Figura 8) y se recortaron a la medida según un criterio de uso determinado por su aplicación (Figura 9).



Figura 8. Lijadora de mesa



Figura 9. Tabla de HDPE

La Figura 10 muestra un esquema detallado del proceso de reciclaje y producción de las tablas de plástico. Se presenta una idea más clara y comprensible del flujo de trabajo.

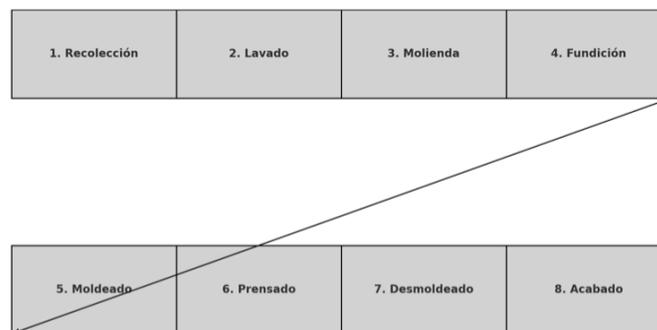


Figura 10. Flujo de trabajo

4. Resultados y discusión

4.1 Generación global del HDPE en la DACBiol-UJAT

Durante el período de agosto a noviembre de 2023, se realizaron muestreos durante 20 días hábiles cada mes en la División Académica, recolectándose un total de 90.31 kg de PEAD residual. Como se muestra en la Tabla 1, el promedio de generación diaria mensual fue de 1.129 kg/día de PEAD. La generación de residuos plásticos en instituciones educativas varía, en promedio, entre el 10% y el 40% de la generación total de residuos, dependiendo del nivel educativo (desde preescolar hasta universidad) y de la población total del centro educativo.

Por ejemplo, en Berriozábal, Chiapas, los centros educativos generan 230 kg/día de residuos sólidos, de los cuales el 11.7%, o 26.9 kg, son residuos plásticos, incluyendo 6.4 kg de HDPE. En un aula de primaria en Ecuador, se generan aproximadamente 35 kg de residuos sólidos en 5 días, de los cuales 8.4 kg, o el 24%, son plásticos. En el Plan de Manejo de Residuos Universitarios de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, hasta el año 2013, se generaban 6300 kg de residuos al día, de los cuales 1368.4 kg, o el 22%, eran plásticos. Mientras tanto, en el campus “Rubén Orellana” de la Escuela Politécnica Ecuatoriana, se generan 239 kg de residuos sólidos por semana, con 45.4 kg, o el 19%, siendo plásticos [17]–[23].

Tabla 1. Generación global de PEAD residual en el periodo establecido

Mes	Agosto (Kg)	Septiembre (Kg)	Octubre (Kg)	Noviembre (Kg)	Total (Kg)
PEAD	16.1	15.1	14.74	44.37	90.31
Promedio diario (Kg/día)	0.805	0.755	0.737	2.219	1.129

4.2 Tablas de PEAD fabricadas en la DACBiol-UJAT

Se fabricaron tablas de PEAD con las medidas de 17x17x1.2 cm. Una vez dado el acabado final de recorte y lijado, las tablas midieron 16x16x1.0 cm.

El tablero de la mesa binaria fue construido utilizando 16 placas con las medidas finales. Para unir las, se utilizó resina epóxica y se dejó secar en un molde diseñado a la medida del tablero de las mesas binarias. Se lijaron los laterales y se pulieron las superficies del tablero fabricado, como se muestra en la Figura 11. Para la construcción de la mesa binaria se necesitaron 5.6 kg de PEAD residual. Aunque se generó un residuo al recortar las tablas, este puede ser reutilizado en un nuevo proceso de fabricación, continuando así con la reducción de residuos plásticos.

Para proporcionar una comparación, la fabricación de ladrillos o bloques que incorporan PEAD en una mezcla con arena gruesa, cemento, hormigón o vidrio suele involucrar una adición de entre el 1% y el 20% del peso total de la mezcla, variando entre 0.01 y 2 kg según el tamaño del ladrillo. En estudios previos, la fabricación de 36 ladrillos con una variación del 2% al 6% de plástico resultó en un peso promedio de 12 kg por ladrillo; otros estudios fabricaron ladrillos de 2.8 kg en promedio, utilizando un 25% de HDPE en la mezcla [24], [25].

Dada la generación total de PEAD en la DACBiol-UJAT de 90.31 kg durante 80 días hábiles (4 meses), se proyecta la fabricación de 16 tableros sustitutos de mesas binarias hechas de MDF-Melamina, suficientes para un aula escolar. Esto disminuye el uso de tableros de MDF-Melamina, que son considerablemente menos duraderos y resistentes.

El uso de la resina es opcional; en este caso fue utilizada para aglomerar las tablas, pero podría ser sustituida por otro material aglomerante o agente de acoplamiento. El uso de estos aglomerantes está presente en diversas mezclas de PEAD, como vidrio particulado, aserrín, cemento, o mezclas asfálticas, y pueden unirse con otros plásticos como el polipropileno residual o virgen (PP), policloruro de vinilo (PVC), polietileno de baja densidad (PEBD) o polietileno tereftalato (PET) [26]–[29]. La fabricación de un tablero completo de 120x40x4 cm puede lograrse utilizando un molde estándar de acero inoxidable con las especificaciones longitudinales y un horno con las capacidades necesarias para la fundición.



Figura 11. Tablas unidas con resina epóxica en molde mientras se solidifican y mesa binaria

5. Conclusiones

Este proyecto demuestra que la fabricación de tablas de polietileno de alta densidad (PEAD) a partir de residuos plásticos es una solución sostenible y efectiva para reducir la generación de desechos en instituciones educativas. Al sustituir tableros de MDF-Melamina deteriorados con tablas de PEAD reciclado, se disminuye la contaminación ambiental y se promueve una gestión de residuos más responsable.

El uso de PEAD reciclado es ambiental y económicamente viable, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) al fomentar prácticas sostenibles dentro de la institución. Este enfoque ofrece un modelo replicable para otras instituciones que buscan implementar soluciones innovadoras para la gestión de residuos plásticos, contribuyendo así a una economía más circular y a la reducción de la contaminación por plásticos.

6. Agradecimientos

Este proyecto fue financiado por CCYTET **PRODECTI-2022-01/20**, Modalidad “A”.

7. Resumen Gráfico



8. Referencias

- [1] T. Stanton, M. Johnson, P. Nathanail, W. MacNaughtan, and R. L. Gomes, “Freshwater microplastic concentrations vary through both space and time,” *Environmental Pollution*, vol. 263, p. 114481, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.envpol.2020.114481.
- [2] P. Flores, “The issue of plastic use during the Covid-19 pandemic,” *South Sustainability*, p. e016, 2020, doi: 10.21142/SS-0102-2020-016.
- [3] R. Geyer, J. R. Jambeck, and K. L. Law, “Production, use, and fate of all plastics ever made,” *Science Advances*, vol. 3, no. 7, Jul. 2017, doi: 10.1126/sciadv.1700782.
- [4] L. Techawinyutham, J. Tengsuthiwat, R. Srisuk, W. Techawinyutham, S. Mavinkere Rangappa, and S. Siengchin, “Recycled LDPE/PETG blends and HDPE/PETG blends: mechanical, thermal, and rheological properties,” *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 15, pp. 2445–2458, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.jmrt.2021.09.052.
- [5] J. Saleem, F. Tahir, M. Z. K. Baig, T. Al-Ansari, and G. McKay, “Assessing the environmental footprint of recycled plastic pellets: A life-cycle assessment perspective,” *Environmental Technology & Innovation*, vol. 32, p. 103289, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.eti.2023.103289.
- [6] N. Zdrzilova, B. Hausnerova, T. Kitano, and P. Saha, “Rheological Behaviour of PP/PET and Modified PP/PET Blends. I. Steady State Flow Properties,” *Polymers and Polymer Composites*, vol. 11, no. 6, pp. 487–503, Sep. 2003, doi: 10.1177/096739110301100607.
- [7] S. Tesfaw, T. M. Bogale, and O. Fatoba, “Evaluation of tensile and flexural strength properties of virgin and recycled high-density polyethylene (HDPE) for pipe fitting application,” *Materials Today: Proceedings*, vol. 62, pp. 3103–3113, 2022, doi: 10.1016/j.matpr.2022.03.385.
- [8] N. Jaramillo, D. Hoyos, and J. F. Santa, “Compuestos de fibra de hoja de piña fabricados mediante moldeo por compresión por capas,” *Ingeniería y Competitividad*, vol. 18, no. 2, p. 151, Jul. 2016, doi: 10.25100/iyc.v18i2.2163.
- [9] E. Cunalata and C. Jimenez, “Caracterización de un Material Compuesto de Matriz Poliéster Reforzada con Fibra de Yute pre-cargada mediante moldeo por compresión,” Escuela Politecnica Nacional, 2019.

- [10] W. Tupia, L. E. Brañez Haro, A. Arribasplata, and J. Acosta, “Metodología experimental para determinar los parámetros del proceso de moldeo por compresión de materiales compuestos de termoplástico reciclado y madera recuperada,” *Matéria (Rio de Janeiro)*, vol. 25, no. 3, 2020, doi: 10.1590/s1517-707620200003.1088.
- [11] W. Dario and L. Masapanta, “Caracterización de un Material Compuesto de Matriz de Polipropileno Reforzado con Partículas del Endocarpio de Coco de la Sierra Mediante Moldeo por Compresión,” 2020.
- [12] J. Bovi, B. Celina, and M. Foresti, “Compuestos basados en PLA y nanocelulosa bacteriana obtenidos por mezclado en fundido y moldeo por compresión,” *IV Workshop de Polímeros Biodegradables y Biocompuestos*, p. 1, 2021.
- [13] Y. C. Almanza-arjona, H. Alberto, C. Espinosa, C. Esther, and G. García, “Caracterización de porosidad en piezas fabricadas mediante moldeo por compresión,” in *MEMORIAS DEL XXIV CONGRESO INTERNACIONAL ANUAL DE LA SOMIM*, 2018, pp. 64–72.
- [14] J. P. Benítez-Rangel, L. A. Morales-Hernández, and M. Trejo-Hernández, “Mejora de la etapa de llenado en moldes de inyección de plástico usando vibración TT - Improvement Performance of the Filling Step in Injection Mold through Vibration,” *Ingeniería, investigación y tecnología*, vol. 13, no. 4, pp. 403–410, 2012.
- [15] J. C. Acosta-Prado and R. Prada Ospina, “The Molds in Injection Process for the Achievement of Business Objectives,” *Dimensión Empresarial*, vol. 15, no. 1, Jan. 2017, doi: 10.15665/rde.v15i1.1002.
- [16] T. A. Osswald et al., “Retos en la industria de procesamiento de plásticos y compuestos,” *DYNA (Colombia)*, vol. 79, no. 175 E, pp. 20–28, 2012.
- [17] A. N. Pullupaxi Ushiña, “Elaboración de un plan de manejo de residuos sólidos para la escuela jJesús Ordóñez, Escuela Politécnica Nacional,” Escuela Politécnica Nacional, 2019.
- [18] E. Salazar-acuña, “Inventarios de Gases de efecto invernadero de las escuelas primarias de Belén, Heredia, Costa Rica,” *Research Journal of the Costa Rican Distance Education University*, vol. 7, no. 2, p. 8, 2015.
- [19] Z. Campoverde, “Diseño de un modelo de reciclaje inclusivo para la comunidad politécnica del campus ‘J. Rúben Orellana’ de la Escuela Politécnica Nacional,” Escuela Politécnica Nacional, 2018.
- [20] J. A. Araiza Aguilar, J. C. Chávez Moreno, and J. A. Moreno Pérez, “Cuantificación de residuos sólidos urbanos generados en la cabecera municipal de Berriozábal, Chiapas, México,” *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, vol. 33, no. 4, pp. 691–699, Nov. 2017, doi: 10.20937/RICA.2017.33.04.12.
- [21] M. Ramírez and K. Coronado, “Diagnóstico de los residuos sólidos generados en la cafetería Kiawa del Instituto Tecnológico de Sonora, México,” 2017.
- [22] M. Pérez, “Diagnóstico de la generación de Residuos Sólidos en las áreas administrativas,” Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2014.
- [23] D. A. Riva, “Manejo Integral de Residuos Universitarios,” Puebla, 2013.
- [24] L. Apagueño and M. Pezo, “Diseño de un ladrillo ecológico para determinar la resistencia a la compresión adicionando polietileno de alta densidad,” Universidad César Vallejo, 2023.
- [25] J. Quispe Siccha and C. Villareal León, “Propiedades mecánicas del ladrillo a escala 1/10 fabricado a base de plástico reciclado tipo PEAD (Polietileno de Alta Densidad) y arena gruesa,” UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, 2019.
- [26] H. A. Rondón Quintana and L. A. Rodríguez Rincón, Edgar, Moreno Anselmi, “Resistencia Mecánica Evaluada En El Ensayo Marshall De Mezclas Densas En Caliente Elaboradas Con Asfaltos Modificados Con Desechos De Policloruro De Vinilo (Pvc), Polietileno De Alta Densidad (Pead) Y Poliestireno (Ps),” *Revista ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 6, no. 15, pp. 91–104, 2007.

[27] M. Rojas and A. Yépez, “Formulación de una mezcla de PEAD reciclado y virgen para la elaboración de envases de productos químicos para limpieza,” ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, 2019.

[28] H. Huaman and A. Villanueva, “Influencia de la adición de plástico reciclado HDPE en las propiedades físicas y mecánicas del concreto 210 kg/cm²,” Universidad César Vallejo, 2023.

[29] R. Candiotti and M. Montes, “Efectos del concreto reciclado y la fibra de plásticos HDPE (envases reutilizados), en concretos F’C=280 kg/cm² diseñado en la Ciudad de Lircay – Angaraes,” UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA, 2023.