

Recibido:  
2/12/2023

Aceptado:  
14/12/2023



# Cuantificación y caracterización de los residuos plásticos generados en el municipio de puerto carreño, vichada<sup>1</sup>

Quantification and characterization of plastic waste produced in the municipality of Puerto Carreño, Vichada.

María Camila Zapata Zúñiga<sup>2</sup>  
Jayber Castro Angarita<sup>3</sup>  
Joaquín Flórez Reuto<sup>4</sup>

Cómo citar:

Zapata, M., Castro, J., y Florez, J. (2023). Cuantificación y caracterización de los residuos plásticos generados en el municipio De Puerto Carreño, Vichada. Revista Sennova: Revista Del Sistema De Ciencia, Tecnología E Innovación, 7(1), 6-20. <https://doi.org/10.23850/23899573.6052>.

- 1 Promoción e intervención socio ambiental al reciclaje del material plástico y protección del medio ambiente en Puerto Carreño (Vichada)
- 2 Ingeniera ambiental, Especialista en Gestión Ambiental. Investigadora Experta SENNOVA, Centro de Producción y Transformación Agroindustrial de la Orinoquía, SENA Regional Vichada, mczapata@sena.edu.co – camilazapata0520@gmail.com, Puerto Carreño.
- 3 Tecnólogo en contabilidad y finanzas. Investigador Junior SENNOVA, Centro de Producción y Transformación Agroindustrial de la Orinoquía, SENA Regional Vichada, jaycastro@sena.edu.co , Puerto Carreño.
- 4 Lic. Producción Agropecuaria, Especialista en Gestión Pública. Dinamizador SENNOVA, Centro de Producción y Transformación Agroindustrial de la Orinoquía, SENA Regional Vichada, joaqlflorez@sena.edu.co - joaquinlflorez1@hotmail.com, Puerto Carreño.

## RESUMEN

El municipio de Puerto Carreño, capital del Departamento de Vichada, no cuenta con una caracterización de los residuos plásticos producidos por sus habitantes, siendo estos una gran problemática a nivel municipal, debido a su inadecuada gestión, así como muy bajo aprovechamiento y separación en la fuente por parte de los usuarios, por lo cual es necesario iniciar acciones para incluirlos dentro de la economía circular. En ese sentido, y con el propósito de contar con información base para la toma de decisiones, se cuantificaron y caracterizaron los residuos plásticos producidos, de acuerdo a su tipología, tomando una muestra con un nivel de confianza de 80% y error del 15%, la cual evidenció que los 6.590 usuarios del servicio de aseo del casco urbano del municipio, generan aproximadamente 10.473 kg de residuos plásticos, dentro de los cuales el más producido es el Polietileno Tereftalato (PET), y el menos producido, el Policloruro de Vinilo (PVC).

**Palabras clave:** *aprovechamiento, residuos plásticos, caracterización de residuos, tipología, separación en la fuente, usuarios.*

## ABSTRACT

The municipality of Puerto Carreño, capital of the Department of Vichada, does not have a characterization of plastic waste produced by its inhabitants, these being a major problem at the municipal level, due to its inadequate management, as well as very low utilization and separation at the source by users, so it is necessary to initiate actions to include them within the circular economy. In this sense, and in order to have basic information for decision-making, the plastic waste produced was quantified and characterized, according to its typology, taking a sample with a confidence level of 80% and error of 15%, which showed that the 6,590 users of the toilet service in the urban area of the municipality, generate approximately 10,473 kg of plastic waste, among which the most produced is Polyethylene Terephthalate (PET), and the least produced, Polyvinyl Chloride (PVC).

**Key words:** *utilization, plastic waste, characterization of waste, typology, separation at the source, users.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El municipio de Puerto Carreño, capital del Departamento de Vichada, actualmente no cuenta con el establecimiento de la actividad de aprovechamiento de los residuos generados por la población, ni una caracterización de los mismos. Como resultado, la información con respecto a la generación de residuos, se limita a las toneladas diariamente dispuestas por la empresa de servicios públicos del municipio EMPCA S.A. E.S.P., que oscila entre 13 a 15 Ton/día (EMPCA, 2023); tanto de aprovechables como no aprovechables, en el sitio de disposición final. Es de mencionar, que los residuos no cuentan con una etapa previa de separación según su clasificación.

De los residuos producidos, los plásticos representan una de las problemáticas a nivel municipal, considerando su alta generación, prevalencia de elementos de un solo uso y la inadecuada gestión por parte de los ciudadanos, que ocasiona que dichos residuos terminen en las fuentes hídricas y diferentes ecosistemas, afectando el paisaje, su correcto funcionamiento y las especies que allí habitan (Gómez, 2016).

En ese sentido, se hace necesaria la implementación de la cadena de aprovechamiento de los residuos plásticos dentro del municipio, vinculando a la población que los produce, a las entidades públicas/privadas y a quienes desarrollan la actividad de recuperación y comercialización de los mismos, comúnmente conocidos como “recicladores”.

Teniendo en cuenta que los tipos de plásticos más comunes se clasifican del 1 a 7, los cuales son: el Polietileno tereftalato (PET), Polietileno de Alta Densidad (PEAD), Policloruro de vinilo (PVC), Polietileno de Baja Densidad (PEBD), Polipropileno (PP), Poliestireno (PS) y Otros, cada uno con características físicas y químicas que determinan su uso (Reyes, 2018), es esencial contar con información específica respecto a su generación.

Por lo tanto, el presente documento tiene el objetivo de cuantificar y caracterizar los tipos de residuos plásticos generados por la población del casco urbano del municipio de Puerto Carreño, con el fin de crear un insumo base para la proyección de actividades encaminadas al aprovechamiento de dichos residuos.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio, tomó como información base, la suministrada por EMPCA S.A. E.S.P., quien informó que el casco urbano del municipio, cuenta

con 6.590 usuarios del servicio de aseo distribuidos de la siguiente manera (EMPCA, 2023):

- Estrato 1: 3.954
- Estrato 2: 1.804
- Estrato 3: 160

Con el propósito de contar con una muestra de cada estrato, se seleccionaron 3 barrios: Villa del Carmen – Estrato 1, Villa Venancio – Estrato 2 y Virgilio Barco – Estrato 3 (EMPCA, 2023). El personal del proyecto, realizó visitas casa a casa en los barrios mencionados, durante las cuales se socializó el objetivo del proyecto y se incentivó la participación voluntaria, obteniendo un muestro por conveniencia de 23 usuarios por cada estrato (Otzen & Manterola, 2017). Entiéndase por usuario, la persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio; este último usuario se denomina también consumidor (Congreso de la República de Colombia, 1994). Por lo anterior, un usuario del servicio público de aseo puede comprender uno o más habitantes.

A los usuarios participantes del proyecto, se les brindaron las siguientes herramientas:

- Bolsa para el almacenamiento de los residuos plásticos, por cada semana de recolección.
- Imagen ilustrativa con: los residuos a almacenar en la bolsa entregada (todo tipo de residuos plásticos), instrucciones de entrega (día y hora de recolección) y estado de los residuos a entregar (limpios).

Cada usuario participante, se identificó con un número, a fin de llevar el registro específico de su generación de residuos plásticos.

Por otra parte, la recolección de los residuos plásticos generados por los usuarios, se realizó cada viernes durante 4 semanas, de forma independiente a la recolección de los demás residuos (actividad que realiza la empresa de servicios públicos en el vehículo compactador), y adicionalmente, en cada jornada se entregó una nueva bolsa identificada para cada vivienda, en la cual se almacenaban los residuos plásticos de la semana. Este procedimiento fue realizado 4 veces: sin embargo, la primera recolección no fue evaluada, ya que

no se conocía el tiempo de almacenamiento de los residuos (Espinoza, 2013). Por el contrario, de las 3 muestras posteriores, se sabía que contaban con 7 días de almacenamiento.

Los residuos recolectados fueron trasladados al centro de operación del proyecto, donde por cada usuario se clasificaron de acuerdo a la siguiente tipología de los residuos plásticos:

- Tipo 1: Polietileno tereftalato - PET.
- Tipo 2: Polietileno de Alta Densidad - PEAD.
- Tipo 3: Policloruro de Vinilo - PVC.
- Tipo 4: Polietileno de Baja Densidad - PEBD.
- Tipo 5: Polipropileno – PP.
- Tipo 6: Poliestireno - PS.
- Tipo 7: Otros.

Adicionalmente, se realizó una subclasificación por colores: blanco, traslúcido, transparente, amarillo, azul, rojo, otros.

Una vez realizada la clasificación detallada, se procedió a pesar los residuos y registrar los valores en la base de datos por usuario.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar las actividades descritas en la metodología, de la muestra inicial de los usuarios (23 usuarios por barrio/estrato), participó activamente el 76%, distribuido de la siguiente manera (Tabla 1):

Tabla 1. Participación de la muestra de usuarios por barrio

Barrio	% Participación
Villa del Carmen	72%
Villa Venancio	84%
Virgilio Barco	74%

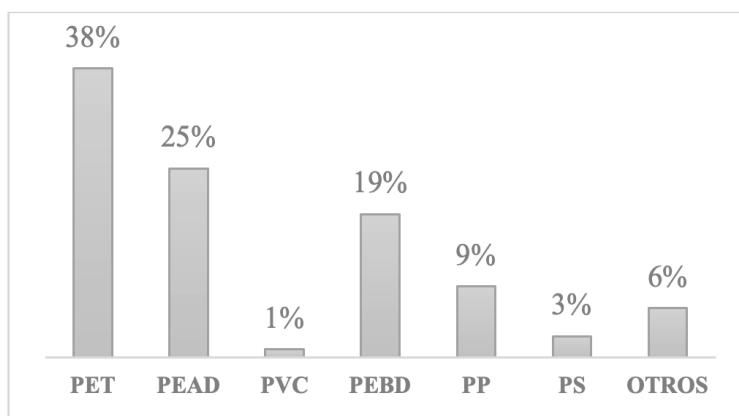
Por lo anterior, se cuenta con los siguientes parámetros por cada muestra, presentados en la Tabla 2 (Clark, 2004):

**Tabla 2. Parámetros de la muestra**

Barrio	% Incertidumbre	% Error
Villa del Carmen	80%	16%
Villa Venancio	80%	15%
Virgilio Barco	80%	15%

De acuerdo con la información base respecto a la cantidad de usuarios por estrato, y la información recolectada durante la ejecución del proyecto, los 6.590 usuarios del servicio de aseo del casco urbano del municipio de Puerto Carreño, generan alrededor de 10.473 kg de residuos plásticos al mes; valor que puede variar entre el 15% más o menos, de acuerdo a la paramétrica de error, y que a su vez representa alrededor del 20% del total de los residuos dispuestos al mes en el sitio de disposición final. A continuación, en la Figura 1 se presenta los kilogramos de residuos plásticos generados al mes por estrato:

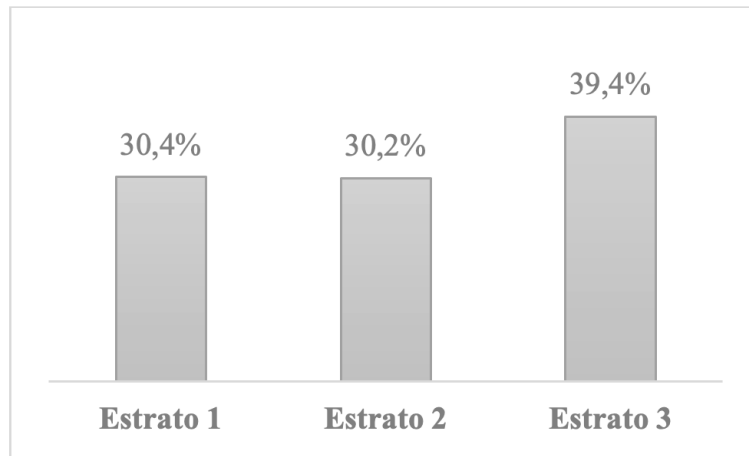
**Figura 1. Kilogramos de residuos plásticos generados al mes, por estratos**



Fuente: Autores

La Figura 1, evidencia que el estrato 1 es quien mayor cantidad de residuos plásticos genera en el casco urbano del municipio de Puerto Carreño. Sin embargo, esto se debe a que los usuarios de dicho estrato, corresponden al 60% del total, en comparación al estrato 2 que corresponde al 27% y al estrato 3 que corresponde al 2%. En consecuencia, la Figura 2 presenta la generación de residuos por estrato, proporcional a la cantidad de usuarios:

**Figura 2. % de generación de residuos plásticos por estrato, proporcional a la cantidad de usuarios**

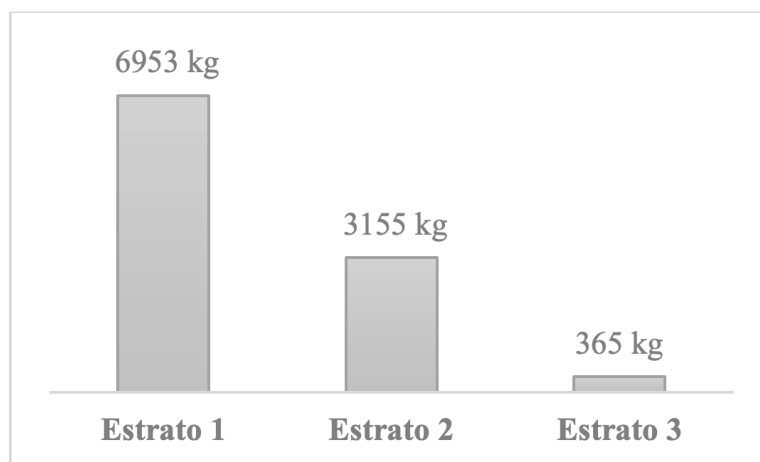


Fuente: Autores

En la Figura 2 se refleja que proporcionalmente, los usuarios estrato 3, generan mayor cantidad de residuos plásticos, lo cual puede estar asociado a que a mayor es el nivel socio económico, aumentan las compras de elementos listos y empacados. Por su parte, la comparación entre la generación de residuos plásticos de los usuarios estrato 2 y estrato 1, no es alta.

El total de los residuos plásticos se distribuyen de la siguiente manera, de acuerdo a su tipología (Figura 3):

**Figura 3. Distribución por tipología de los residuos plásticos generados, de acuerdo al peso**



Fuente: Autores



Los resultados indican que, el residuo plástico más producido, corresponde al Polietileno Tereftalato – PET, el cual se encuentra en diversos envases de bebidas y alimentos principalmente, debido a sus características físico químicas que admiten carga de colorantes, alta resistencia al desgaste y corrosión, resistencia química y térmica, entre otras (Martínez, 2007). Adicionalmente, este residuo cuenta con un alto potencial de aprovechamiento y es utilizado para la fabricación de textiles, fabricación de nuevos envases, y en la producción de asfalto, lozas, mampostería y cubiertas (Sánchez, Peña & Rico, 2018), por lo cual cuenta con un alto valor comercial.

La alta generación del PET, está asociada a que los alimentos o productos que generalmente contiene o transporta, son de rápido consumo; por ejemplo, las botellas de agua, gaseosa, entre otros (Lizcano & Guerrero, 2020).

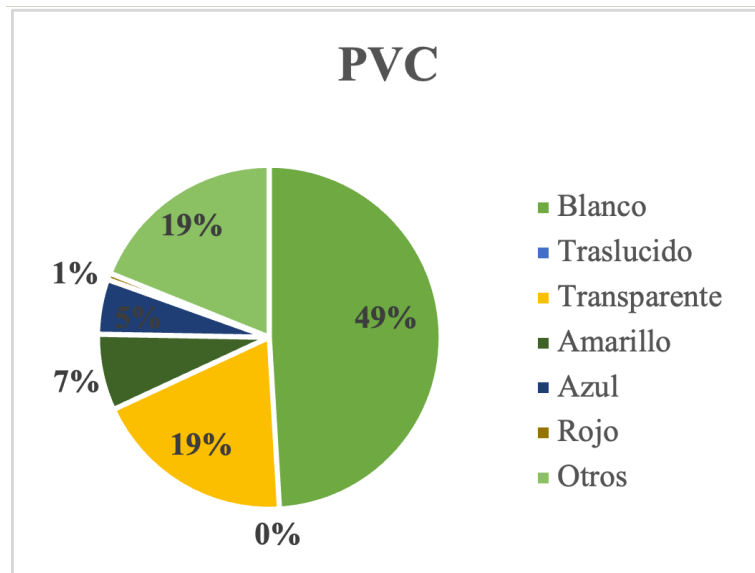
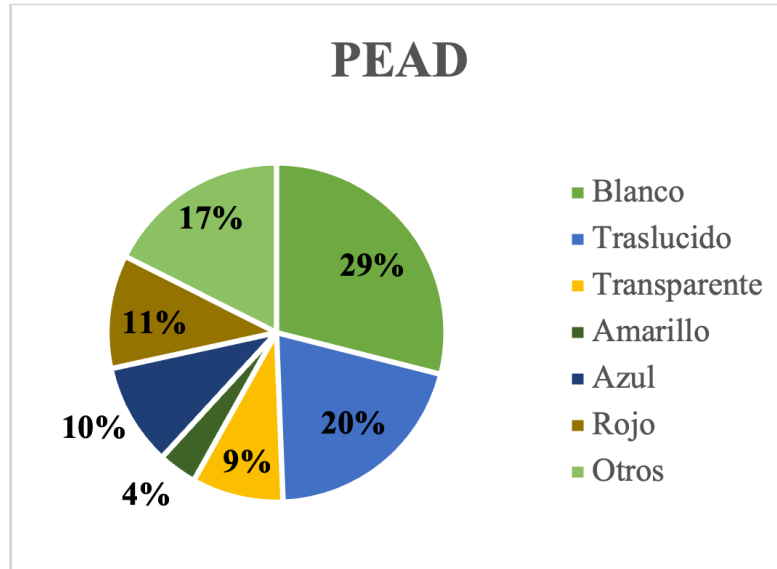
En segundo lugar, se encuentra el Polietileno de Alta Densidad, que de acuerdo a los evidenciado durante el proyecto, se puede encontrar en envases que productos de aseo, bolsas, tapas, baldes aceites para motores y algunos alimentos (Roca, 2005); seguido del Polietileno de Baja Densidad, Polipropileno, Otros, Poliestireno y el Policloruro de vinilo.

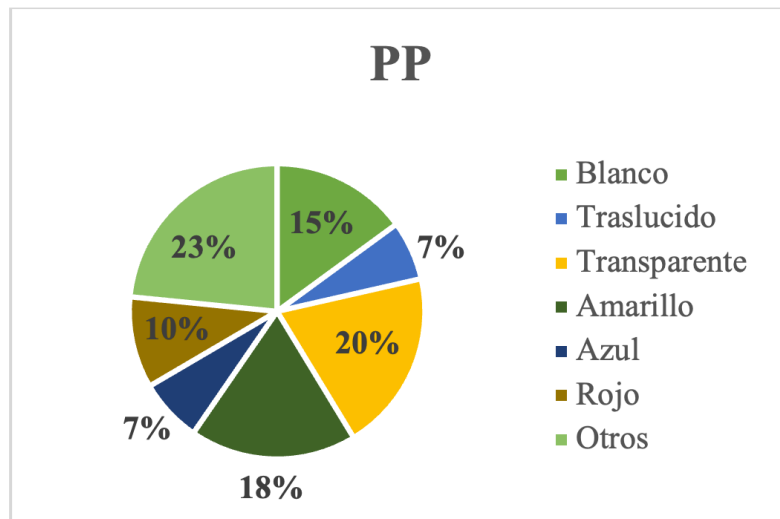
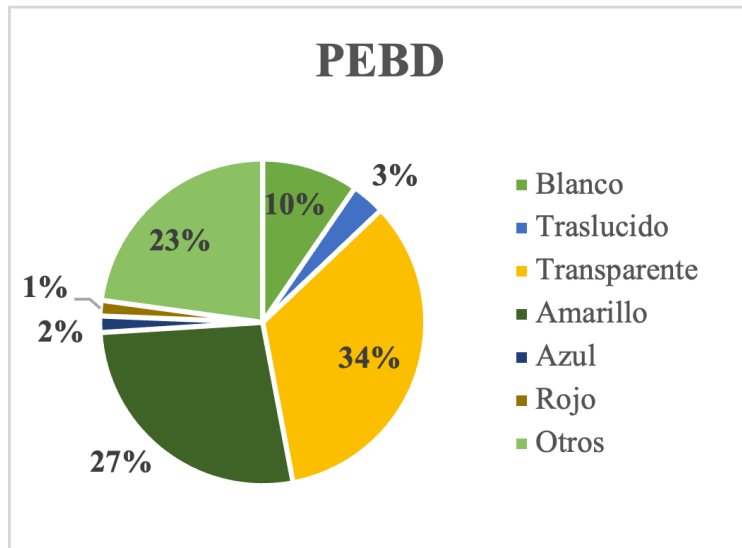
De los tipos de residuos plásticos generados en el municipio, todos cuentan con una posibilidad de comercialización, con excepción del tipo 7 que corresponde a Otros; y el cual encontramos en diversos empaques de alimentos, bebidas como la leche y otros productos de tipo industrial.

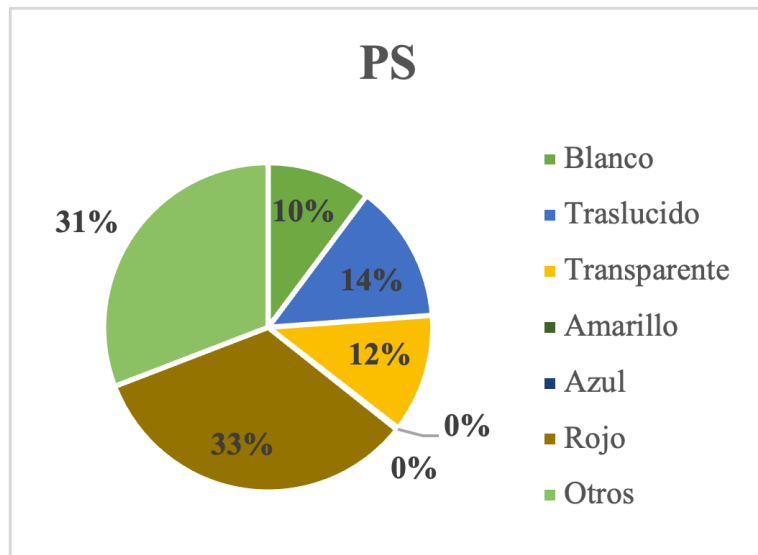
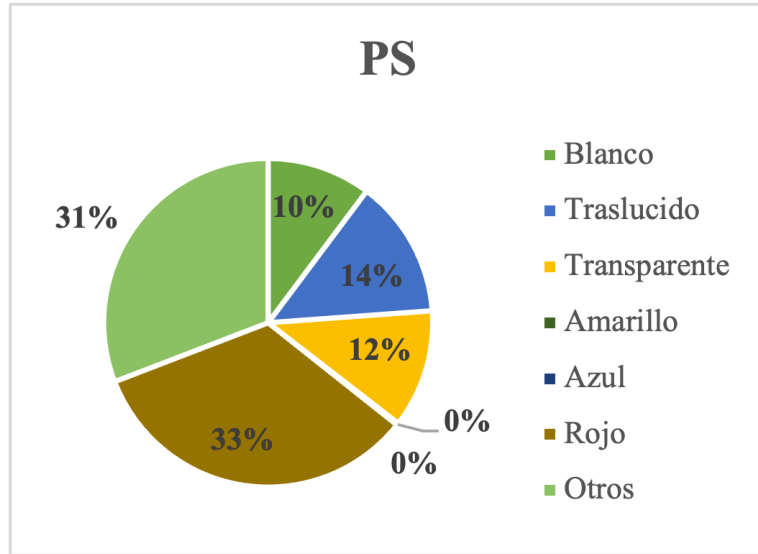
Dentro del proceso de aprovechamiento, dependiendo de los usos que se quieran dar a los residuos plásticos, el color juega un papel importante, considerando que el transparente tiene una mayor oportunidad de reincorporarse en el mercado contribuyendo con la economía circular, ya que no posee tinta adherida que puede no ser compatible con algunos usos (El Tiempo, 2022). De lo contrario, el residuo plástico debe considerarse para un abanico de oportunidades de aprovechamiento más reducido, ya que cuenta con una variable adicional a considerar y evaluar (plástico de colores).

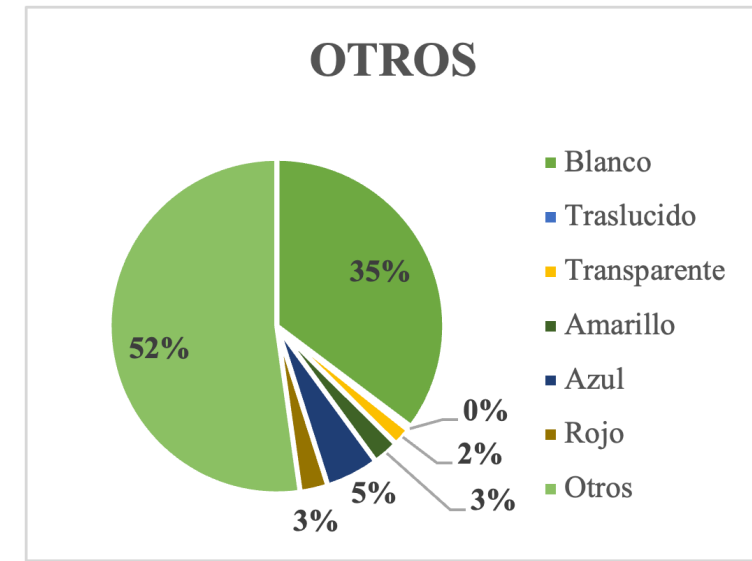
De los residuos identificados, en la Figura 4 se presenta la producción de acuerdo al color:

Figura 4. Caracterización de los tipos de residuos plásticos, por color









Fuente: Autores

La caracterización anterior, evidencia que la mayoría de los residuos plásticos son transparentes, facilitando su aprovechamiento. Adicionalmente, esta información sirve como insumo base para la toma de decisiones respecto a los potenciales productos a fabricar, teniendo como insumos los residuos generados en el municipio.

#### 4. CONCLUSIONES

Con la información brindada por el proyecto, es posible dar inicio a un estudio de factibilidad de fabricar elementos con residuos plásticos, en el municipio de Puerto Carreño, dando prioridad a los residuos que no cuentan con un valor comercial, lo cuales representan un mayor riesgo de contaminación de los ecosistemas y espacio público. No obstante, se requiere vincular a todos los actores públicos y privados, así como a los usuarios del servicio de aseo, con el fin de garantizar que se realice la separación en la fuente de los residuos, y la recolección diferenciada de los que se dirigen a disposición final.

Teniendo en cuenta únicamente el peso de los residuos, los plásticos representan alrededor del 20% mensual de los residuos dispuestos por la empresa de servicios públicos, cifra que adicionalmente, en volumen representa la dis-

minución de la vida útil del relleno sanitario del municipio, y el aumento de los costos de operación.

Finalmente, durante la caracterización de acuerdo a la tipología de los plásticos, se evidenció que no todos cuentan con la codificación correspondiente, lo cual dificulta el proceso y aumenta el riesgo de contaminación entre los residuos, considerando que al poseer diferentes características físicas y químicas, las condiciones de transformación varían entre sí.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto del Centro de Producción y Transformación Agroindustrial de la Orinoquía, identificado con el código SGPS – 11473 – 2023, fue financiado por la convocatoria de investigación SENNOVA 2023, y contó con apoyo técnico y económico de la empresa de servicios públicos del municipio de Puerto Carreño, EMPCA S.A. E.S.P., así como del Semillero de Investigación Vichada Ambientalmente Sostenible, el cual estuvo vinculado durante toda la ejecución del proyecto.

## 6. REFERENCIAS

- Clark, M. L. (2004). Los valores P y los intervalos de confianza: ¿en qué confiar?. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 15, 293-296.
- Congreso de la República de Colombia. (1994). Ley 142 de 1994: por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial No. 41.433*.
- El Tiempo. (2002). ¿Por qué para reciclar es mejor que las botellas sean transparentes? <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/por-que-para-reciclar-es-mejor-que-las-botellas-sean-transparentes-693636>
- Empresa de Servicios Públicos de Puerto Carreño EMPCA S.A. E.S.P. (2023). Informe del servicio público de aseo.
- Espinoza, E. (2013). Caracterización física de plásticos y papel en los residuos sólidos domésticos del distrito de La Molina, según estratos socioeconómicos.

- cos. *Revista del Instituto de Investigación*, 15(30), 93-98.
- Gómez, J. (2016). Diagnóstico del impacto del plástico – Botellas sobre el medio ambiente: Un estado del arte. [Tesis pre grado]. Universidad Santo Tomás.
- Lizcano, V. & Guerrero, D. (2020). Análisis del tereftalado de polietileno (plástico PET) en tuberías hidráulicas domésticas bajo diversos régimen de flujo. [Tesis pre grado]. Universidad de la Costa.
- Martínez, A. (2007). Técnicas de caracterización físicoquímicas en el reciclado del polietilenotereftalato. [Tesis especialización]. Centro de investigación en química aplicada.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International journal of morphology*, 35(1), 227-232.
- Reyes, L. (2008). Reciclado de plástico para la agricultura. [Tesis especialización]. Centro de Investigación en Química Aplicada.
- Roca, I. (2005). Estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del polietileno de alta densidad (PEAD). [Tesis pre grado]. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Sánchez Herrera, C. E., Peña Ruiz, G. J., & Rico Leguizamón, L. F. (2018). Identificación de los usos actuales del tereftalato de polietileno (PET) reciclado en la Ingeniería Civil. [Tesis pre grado]. Universidad Cooperativa de Colombia.