

Análisis de la gestión de los residuos sólidos de tipo orgánico en las empresas de Colombia basado en la información de la Encuesta Ambiental Industrial EAI -2019

Analysis of the management of organic solid waste in Colombian companies based on the information from the industrial environmental survey EAI -2019

July Adriana Torres Velásquez ^{1*}, Miguel Oswaldo Pérez Pulido²

Cómo citar este artículo: Torres J., Pérez M., Análisis de la gestión de los residuos sólidos de tipo orgánico en las empresas de Colombia basado en la información de la encuesta ambiental industrial EAI -2019. Innovaciencia 2023; 11(1): 1-17. DOI: [10.15649/2346075X.2818](https://doi.org/10.15649/2346075X.2818)

Publicado: 01 diciembre 2023

RESUMEN

Introducción: El presente estudio da a conocer la problemática de la gestión de residuos por actividades de las empresas colombianas y la disposición dada empleando la información obtenida de la encuesta ambiental industrial EAI -2019 disponible por medio del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). **Materiales y Métodos:** Se enfoca en la cantidad de residuos de tipo orgánico y el destino dado. Para ello se correlacionan las variables: cantidad de residuos orgánicos y cantidad de empresas que los aprovechan para su reutilización según el tipo de actividad principal. **Resultados y Discusión:** Se evidenció que sólo el 65% de las empresas miden los residuos generados. Cuanto mayor sea la cantidad de residuos orgánicos generados mayor es la cantidad de empresas que los aprovechan para reutilización, reciclaje u otra modalidad. La acción que predomina es entregar los residuos a un tercero que se encargue de la destinación final con 56,9% de las empresas, cifra que supera el 40,3% obtenido de la suma de vender, donar o aprovechar los residuos orgánicos. **Conclusiones:** Se evidencia un riesgo para la medición del cumplimiento de las metas de economía circular y para los planes de desarrollo municipales generado por las empresas que no realizan la medición de los residuos. Se requiere de compromiso de las empresas para mejorar el volumen de aprovechamiento de los residuos sólidos, incluso estos pueden generar recursos adicionales de tipo económico o energético de acuerdo con el destino dado. Un buen uso de los residuos orgánicos contribuirá en la gestión de la economía circular para dar apoyo al cuidado del medio ambiente.

Palabras clave: gestión de residuos, estadística ambiental, economía circular, política pública, gestión ambiental

¹ Química ambiental (USTA), Estudiante de maestría en estadística aplicada, Universidad de Santander, correspondencia: torres.july.adriana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2411-6692>

² Licenciado en Matemáticas, Magister en Estadística. Profesor Titular. Universidad de Santander, Facultad de Ciencias Exactas Naturales y Agropecuarias, Maestría en Estadística Aplicada. Grupo de Investigación CIBAS. Bucaramanga. Correspondencia: analitica.academica@udes.edu.co, [http://orcid.org/0000-0003-2945-0526](https://orcid.org/0000-0003-2945-0526)

ABSTRACT

Introduction: This article reveals the problem of waste management by activities of companies and the destination given using the most recent information obtained from the industrial environmental survey EAI -2019 available through the National Administrative Department of Statistics (DANE).

Materials and Methods: This study focuses on the amount of organic waste and its destination. For this, the variables are correlated: amount of organic waste and number of companies that take advantage of it for reuse according to the type of main activity of the companies.

Results and Discussion: It was shown that only 65% of the companies measure the waste generated. The greater the amount of organic waste generated, the greater the amount that companies take advantage of for reuse, recycling or another modality. The predominant action is to deliver the waste to a third party that is in charge of the final destination with 56.9% of the companies, a figure that exceeds the 40.3% obtained from the sum of selling, donating or taking advantage of organic waste. **Conclusions:** There is evidence of a risk for measuring compliance with circular economy goals and for municipal development plans, taking into account that around 35% of companies do not measure waste. The commitment of companies to improve the volume of use of solid waste, even these can generate additional economic or energy resources according to the given destination. A good use of organic waste will contribute to the management of the circular economy to support the care of the environment

Keywords: Waste management, environmental statistics, circular economy, public politics, environmental management.

INTRODUCCIÓN

Es de gran importancia ambiental la gestión de los residuos de tipo sólidos. En las empresas se trabajan diferentes insumos para los procesos y de estos se generan residuos que normalmente son clasificados y van a un destino final en algunos casos son reutilizados, entregados a una empresa para su disposición, reciclados, vendidos para subproductos o diferentes fines. Por ello surge la inquietud de conocer la actualidad de la gestión de residuos en las empresas, con este artículo se pretende dar conocer si las empresas en Colombia clasificadas por su actividad principal están midiendo los residuos que generan, la proporción de residuos y qué tantos de estos son aprovechados por las empresas mediante reutilización o reciclaje. A su vez, en relación con la cantidad de residuos generada y la cantidad aprovechada se presenta como hipótesis: “se espera que entre mayores cantidades de residuos sólidos sean generadas por el establecimiento mayores serán las cantidades aprovechadas en reutilización, reciclaje u otra modalidad”, fundamentado en los costos que pueden generarse para las empresas en el tratamiento o la disposición de los residuos cuando estos no son reutilizados o reciclados.

Desde las últimas décadas ha surgido el interés por el cuidado del medio ambiente, por ello se ha incrementado la preocupación de los países hacia los residuos sólidos generados en los procesos industriales, algunos países con miras a mitigar están implementando políticas para reducir la cantidad de residuos, la reutilización, el reciclaje u otras técnicas que contribuyan a no afectar el medio ambiente. Una estrategia en auge global, es la implementación de la economía circular la cual busca aumentar la eficiencia en el uso de los recursos y minimizar la generación de residuos⁽¹⁾.

La no gestión adecuada de los residuos sólidos puede generar grandes problemas ambientales, muchos de estos residuos terminan en los rellenos sanitarios que cada vez están más colapsados y por ello surgen las crisis sanitarias. Para el caso de los residuos orgánicos alimentarios⁽²⁾ mencionan algunos tratamientos para valorización de los residuos como compostaje, la digestión anaeróbica y la potencialidad como fuente de energía renovable

En la actualidad, es de importancia la cuantificación de los residuos y evaluar el impacto que se genera con el destino de ellos, idealmente prestar un destino que sea lucrativo para las empresas o por lo menos que no generen costos adicionales.

Yue cui et al, construyen un modelo de negocio dinámico que permite evaluar cuantitativamente el impacto de la intervención gubernamental en el desarrollo de la industria, enfocado en el reciclaje de desechos sólidos y el efecto de las políticas que permitan aumentar la tasa de reciclaje⁽³⁾, con la aplicación de estas se generan múltiples beneficios para el desarrollo de la industria y del país. Gaspar, LMR et al, en el análisis económico-financiero enfocado en este caso a los residuos agroindustriales incluye la proyección de costos para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos mediante el compostaje en el cual se encontró una rentabilidad del 19,28% anual⁽⁴⁾. En los residuos de la industria textil, los residuos pueden ser empleados como fertilizantes para la agricultura⁽⁵⁾. En general, se evidencian diferentes opciones de aprovechamiento para los tipos de residuos generados por las industrias y que incluso generen un beneficio económico o energético para las empresas⁽⁶⁾ la aplicación de estas y otras estrategias están impactando la economía lineal hacia la circular⁽⁷⁾.

En los últimos años, varios países han implementado modelos de economía circular. Colombia se ha sumado con una estrategia nacional de economía circular⁽⁸⁾ que involucra propiciar cerrar los ciclos de materiales, la innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocios desarrollado con los ministerios de ambiente y desarrollo sostenible y ministerio de comercio industria y turismo. Entre los objetivos de la estrategia se busca cumplir con las metas del crecimiento verde aumentando la tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos a nivel nacional hasta un porcentaje de 17,9% para el año 2030. La estrategia incluye los lineamientos del documento CONPES 3874. Entre los principios de la economía circular se destacan para este artículo: segundo uso, reutilización y aprovechamiento⁽⁹⁻¹¹⁾

Por otra parte, el compromiso ambiental de las comunidades alienado con el ODS 12 tiene como meta la producción y el consumo sostenible, con un enfoque en acciones globales y locales, así como también alcanzar el uso eficiente de los recursos naturales. Dentro del anterior objetivo se incluye el cuidado de los residuos sólidos y lograr la reducción de emisiones contaminantes. Con relación a los residuos sólidos, este ODS plantea lograr la reducción mediante la prevención, reducción, reciclaje y reutilización de los residuos generados a causa del consumo como de la producción. Para el 2030, el objetivo es reducir sustancialmente la generación de residuos priorizando estrategias como la prevención, reducción, reciclaje y reutilización. La gestión de residuos, en el contexto del ODS 12 sobre consumo y producción responsable, simboliza garantizar una vida sana y un planeta saludable en el futuro. La buena gestión de los residuos es de trascendente, apoya la implementación de muchas otras metas, incluso, todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible.⁽¹²⁾

En Colombia, tres de cada cuatro personas viven en zonas urbanas que generan el 85% del PIB nacional. En las 32 ciudades principales se genera el 67% de los residuos sólidos domiciliarios. Así mismo, en el país solo se aprovecha el 49% de los residuos generados, se pierde y desperdicia el 34% de los alimentos⁽¹³⁾. Todo este escenario conlleva a pensar en la cantidad de recursos que se desperdician y que, si se pensara en recursos regenerativos, preservar lo que ya está hecho, usar los

desechos como recurso o generar nuevos modelos de negocios (modelos como servicio, plataformas compartidas), es decir, en economía circular, se podrán poner en práctica acciones sobre las emisiones a través de fuentes directas e indirectas y ayudar así a lograr objetivos de neutralidad de carbono. Es así, que Colombia, tiene el reto de tener ciudades circulares. Esto se alcanzará a través de la agenda intermedia que buscará una economía sin desperdicios al 2050, donde las ciudades colombianas minimizarán o eliminarán las pérdidas y desperdicios de recursos aumentando su productividad y reduciendo la generación de gases de efecto invernadero (GEI) y contribuyendo a la resiliencia climática mediante la implementación de herramientas digitales, ciencia de datos y aplicaciones tecnológicas para la identificación y dimensionamiento en tiempo real de los flujos de materiales, agua y energía en la economía. En 2019, Colombia tuvo una tasa de aprovechamiento de recursos sólidos del 49,4% y la tasa de reciclaje y nueva utilización de los residuos sólidos es del 11,82%, se proyecta a 2030 tener una tasa del 60% y a 2050 llegar al 90%. En América Latina y el Caribe se generan 541.000 toneladas/día de residuos municipales y se espera su aumento en un 25% para 2050. En la región, el 50% de los residuos son orgánicos, el 34% de los alimentos se desperdician y entre el 70% y el 80% de las aguas residuales no se tratan. En Colombia, los hogares generan algo más de 12,2 millones de toneladas de residuos anuales (2019), mientras que la industria produce 13,1 millones de toneladas al año (2019)⁽¹⁴⁾.

En el Plan de Desarrollo Municipal 2020-2023, Bucaramanga, “Ciudad de Oportunidades”, se ha identificado que el tema ambiental es un elemento esencial para el desarrollo de las ciudades y por ello, mantener una gestión de los residuos sólidos acorde, permitirá asegurar la sostenibilidad del territorio y adoptar medidas contundentes para afrontar la adaptación y mitigación al cambio climático. Es así como se proyecta en la línea estratégica “Bucaramanga sostenible” un incremento del 5% en el aprovechamiento de residuos sólidos, teniendo como línea base un 2,5%, implementando estrategias para realizar una correcta disposición y cultura de aprovechamiento para garantizar una ciudad sostenible.⁽¹⁵⁾

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuente de la información

Los datos fueron extraídos de la información más reciente obtenida de la encuesta ambiental industrial EAI -2019 generada por la Dirección de Metodología y Producción Estadística (DIMPE) reportada el 25 de febrero del 2022 a través del geoportal del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

El capítulo III (Generación de residuos sólidos industriales) recoge la información respecto a las cantidades generadas de residuos sólidos y el destino que se da a cada uno de ellos clasificados de acuerdo con la actividad principal de las empresas. Se estratificó con las siguientes variables: región, principal actividad económica y tamaño del establecimiento.

Población y muestra

El estudio es de cobertura nacional para 2991 empresas y los resultados fueron divididos en seis regiones geográficas de Colombia (Caribe, Oriental, Central, Pacífica, Bogotá y finalmente Amazonía y Orinoquía). Del total de observaciones, se encontraron 7 datos NA's en las variables código de actividad y medición de residuos, por lo tanto, se decidió no tener en cuenta estos valores y la muestra se ajusta a 2984 empresas.

VARIABLES Y TIPO DE ESTUDIO

Con la información segmentada por regiones y de los nueve tipos de actividades principales de las empresas (Tabla 1), se presentan las variables cantidad generada en Kg/año para diez diferentes tipos de residuos sólidos: orgánicos, plásticos, papel y cartón, caucho, textiles, madera, vidrio, metal, RCD escorias y cenizas y mezclados. Y finalmente el tipo de disposición dada clasificada en seis diferentes formas: si son aprovechados por el establecimiento (reutilización, reciclaje, otra modalidad), vendidos, donados, almacenados, dispuestos por un tercero o dispuestos por el establecimiento. El presente estudio se enfoca en el tipo de residuos orgánicos.

Tabla 1. Tipo de actividades principales de las empresas en Colombia.

Código	Tipo de actividad
1	Alimentos, bebidas y tabaco
2	Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear
3	Fabricación de productos de caucho y plástico
4	Fabricación de productos y sustancias químicas
5	Industria de la madera y el corcho, fabricación de papel y actividades de edición e impresión
6	Industria de productos minerales no metálicos
7	Metalurgia y fabricación de productos no metálicos
8	Textiles, confección, calzado y pieles
9	Otras divisiones industriales

Fuente: elaboración propia (Información disponible en dane.gov.co).

Las cantidades generadas de residuos sólidos (kg/Año) fueron divididas en cuatro grupos: valores de 0 kg/Año corresponden a Nada, cantidades bajas (>0 y < 1.235 kg/Año), cantidades medias (≥ 1.235 y $\leq 2'378.983$) y cantidades altas ($>2'378.983$). La clasificación se obtuvo por medio del valor mínimo y máximo de los promedios de cada uno de los 10 tipos de cantidades generadas con las empresas.

Los datos fueron analizados con el software R. Para ello se realizó un análisis descriptivo de las variables de interés y bivalente a través de correlaciones entre el tipo de residuo generado en kilogramos por año con el destino dado por la empresa de acuerdo con la actividad principal.

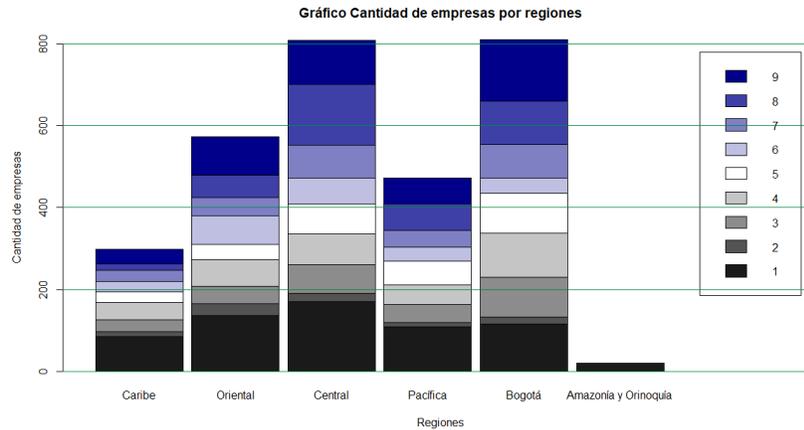
RESULTADOS

Resultados globales

Las actividades principales de las empresas colombianas presentan como actividad más frecuente moda la actividad 1 (alimentos, bebidas y tabaco) con 638 empresas, siendo esta el tipo de actividad que se encontró en todas las regiones. En la Figura 1 se puede observar que la mayor proporción corresponde a las regiones: central y Bogotá (800 empresas), con excepción de Amazonía y Orinoquía en todas las

regiones se encontraron las 9 actividades. La actividad con menor presencia fue la actividad 2 (coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear) con 88 empresas en total para Colombia, predominando en la región oriental con 29 empresas.

Figura 1. Distribución de las principales actividades de las empresas en Colombia.

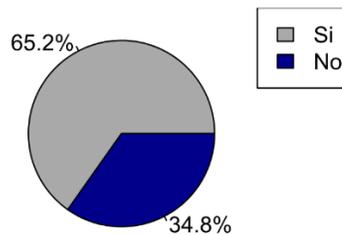


Fuente: Elaboración propia

Se presenta en la Figura 2 la relación de las empresas y actividades que realizan y no la medición de los residuos que generan, donde se observa que, del total de empresas colombianas medidas, el 34,8% de ellas no realizan la medición de los residuos (1038 empresas). El análisis entre regiones, la distribución entre las empresas que miden y las que no miden es muy similar, es decir, la región central es la que tiene empresas que más miden los residuos y a su vez es la que tiene un porcentaje de más empresas que no los miden.

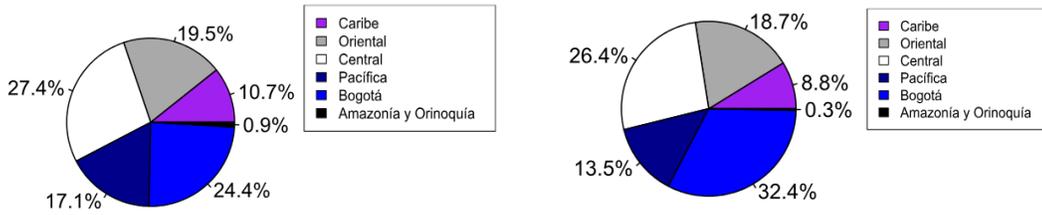
Figura 2. Estado de la medición de residuos en Colombia

¿Las empresas miden los residuos que generan?



Relación porcentual de las regiones que miden residuos

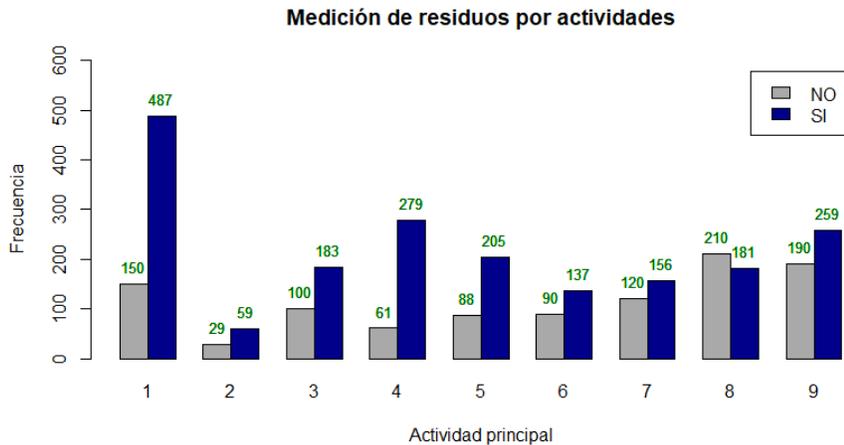
Relación porcentual de las regiones que no miden residuos



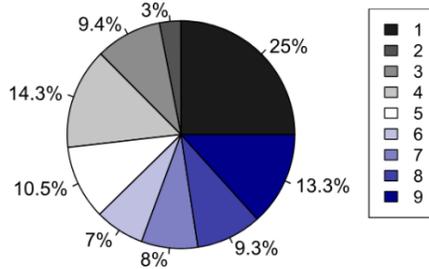
Fuente: elaboración propia.

En la Figura 3, se muestra la relación de las empresas que realizan la medición de residuos por actividad principal. La actividad relacionada con “textiles, confección, calzado y pieles” es la que presenta mayor proporción de empresas que no miden los residuos (53,7%), mientras que la actividad “alimentos, bebidas y tabaco” presentó la mayor proporción de empresas que si realizan medición de residuos (76,4%).

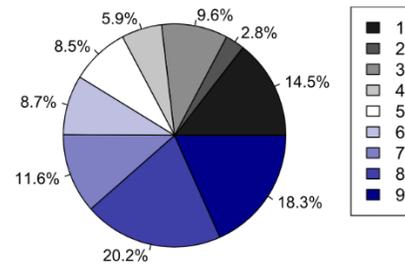
Figura 3. Medición por actividades para empresas que no realizan medición de residuos



Relación porcentual de las actividades que miden residuos



Relación porcentual de las actividades que no miden residuos

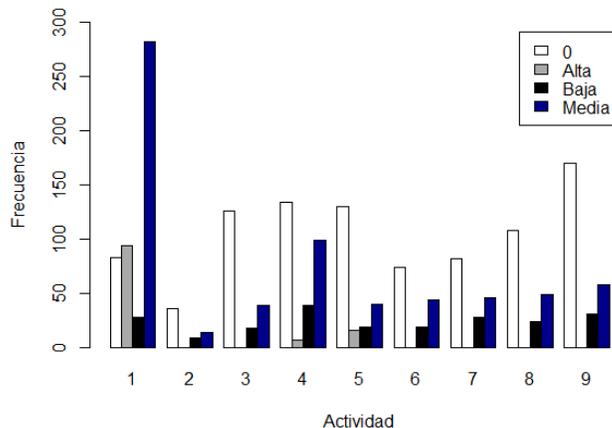


Fuente: elaboración propia.

Residuos orgánicos

Del total de empresas que realizan la medición de residuos (1946 empresas), 943 empresas (48,46%) no generan residuos orgánicos. El 6,01% generan cantidades altas, 34,48% cantidades medias y 11,05% cantidades bajas. La actividad relacionada a “Alimentos, bebidas y tabaco” es la que genera la mayor proporción de cantidades media de residuos orgánicos, mientras que en las demás predomina la no generación de este tipo de residuos. La Figura 4 muestra la cantidad de residuos generados por actividad principal.

Figura 4. Cantidad de residuos orgánicos generada



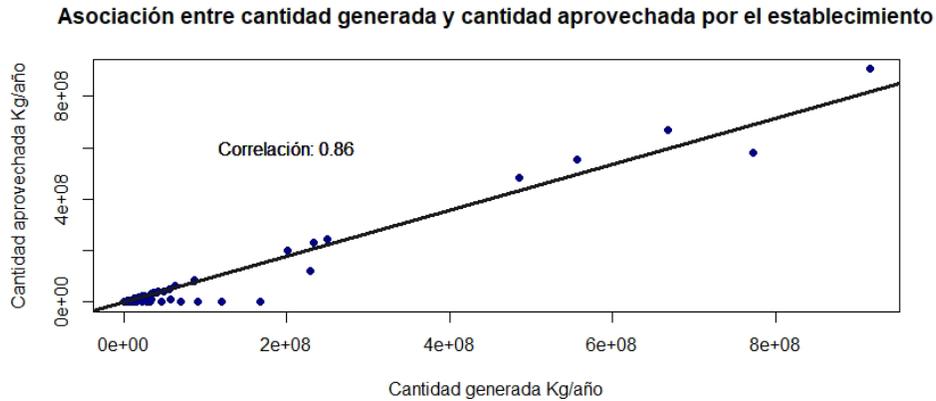
Fuente: elaboración propia.

Con el fin de apreciar mejor el destino dado a los residuos orgánicos se decide relacionar las cantidades aprovechadas por regiones, dado que la actividad 1 supera las cantidades generadas por las otras actividades en una relación de 300 empresas a 100 empresas como el valor más alto entre las actividades restantes.

Residuos orgánicos que son aprovechados por el establecimiento (reutilización, reciclaje u otra modalidad)

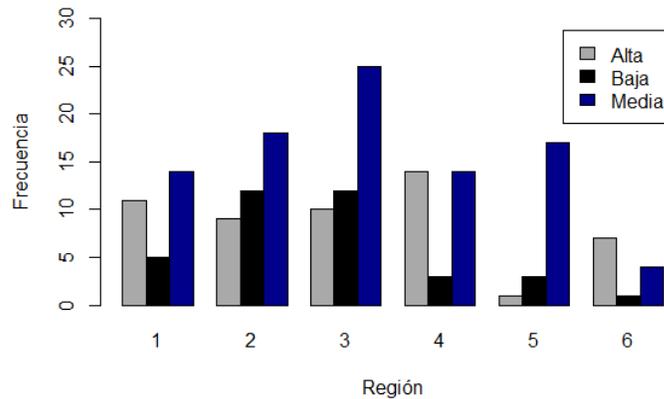
Para establecer una relación entre la cantidad generada por el establecimiento (C2RSCA1_kg) y la cantidad aprovechada (C2RSCE1_kg) por él en reutilización, reciclaje u otra modalidad, se sumaron las cantidades aprovechadas, resultando una alta dependencia lineal ($r=0.8626$) como se observa en la (Figura 5). En la (Figura 6) se presenta la cantidad de residuos orgánicos aprovechados por regiones, siendo la cantidad media de residuos la que predomina en la mayoría de las regiones, excepto en la región 6 que es la cantidad alta la que tiene mayor presencia (Región de Amazonía).

Figura 5. Cantidad de residuos orgánicos generados y aprovechados



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Cantidad de residuos orgánicos aprovechados por región

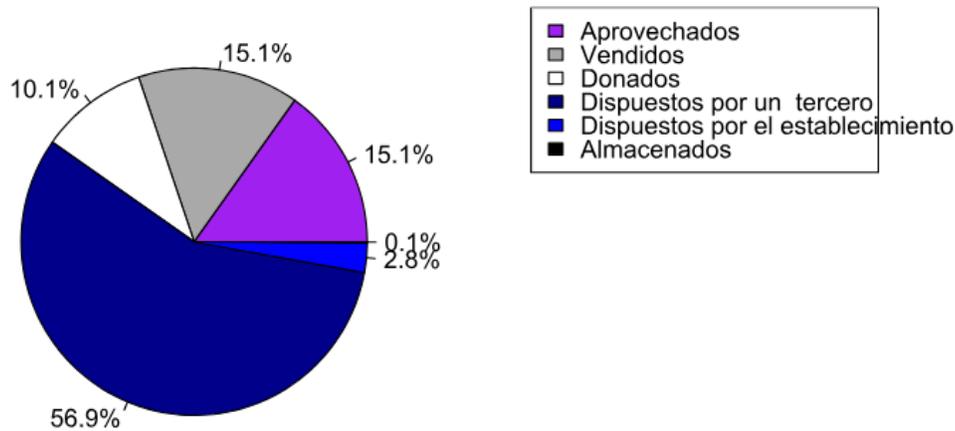


Fuente: elaboración propia.

Resultados globales de los residuos orgánicos

Algunas empresas emplean diversas alternativas para el destino de los residuos. Del estudio, 1003 empresas generan residuos de tipo orgánico. En la Figura 7 se puede apreciar la proporción del destino de los residuos orgánicos generados por las empresas, siendo el 56,9% el destino dispuesto por un tercero, seguido del 15% destinados a ser vendidos y el mismo porcentaje son aprovechados por las empresas. El 10% son donados y el restante 2,8% son dispuestos por el establecimiento.

Figura 7. Porcentaje global por destino de los residuos orgánicos



Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

El 35% de las empresas evaluadas en este estudio carecen de un sistema de control de los residuos generados; lo que indica que, de las 2984 empresas encuestadas, sólo 1946 empresas realizan la medición de los residuos que generan. Es de importancia llevar el control de la cantidad de residuos generados, principalmente para dar apoyo a los indicadores de la economía circular, si se conoce cuánto se produce y el destino dado a los residuos se puede conocer la realidad del cumplimiento con las metas y políticas ambientales. La mayoría de las empresas que no realizan una medición de los residuos que generan corresponden a las actividades 8 (textiles, confección, calzado y pieles) y 9 (otras divisiones industriales). Por otra parte, la actividad 1 (alimentos, bebidas y tabaco) es la que más realiza esta medición con un total de 487 empresas.

La actividad 1 es la que genera la mayor cantidad de residuos orgánicos, seguido por la 4 y 5. Las demás actividades generan cantidades entre baja y media o no generan. Las actividades 7, 8 y 9 son las que menor cantidad de residuos orgánicos generan. Más de 250 empresas con actividad principal 1 generan cantidades medianas de residuos orgánicos.

Por otra parte, se evidenció que entre mayores residuos orgánicos se generen, mayores residuos se reutilizan por la misma empresa. Cuando la cantidad generada es una cantidad media un porcentaje mayor es aprovechado.

Las regiones caribe, oriental, central y pacífica aprovechan una gran cantidad de residuos orgánicos, en Bogotá son menos aprovechados en altas cantidades. La región central es la que más aprovecha los residuos. Es importante tener en cuenta que de acuerdo con el CONPES 3874 el reciclaje está dentro de las actividades que generan un alto costo neto por tonelada, solo superado por la generación de energía ⁽⁹⁾. Este costo podría generar como consecuencia el no aprovechamiento de altas cantidades.

Una baja cantidad de residuos orgánicos es vendida por las regiones Oriental y Central. En todas las regiones se están vendiendo los residuos orgánicos, sin embargo, cuando las cantidades son medias en la región central cerca de 40 empresas venden sus residuos. A su vez, la región central favorece la donación de los residuos cuando se trata de cantidades medianas y en contraste para la región pacífica

no son donados cuando la cantidad es mayor. Por otra parte, una empresa con actividad principal, en la región oriental almacena una cantidad media de residuos orgánicos. Esta acción no es esperada debido a las características de este tipo de residuo, normalmente se degrada rápido, producen malos olores, la atracción de insectos y el riesgo a la afectación de la salud humana por la emisión de gases tóxicos ⁽¹⁶⁾.

Principalmente cuando las cantidades generadas son medias a bajas una mayor cantidad de empresas opta por entregar sus residuos a un tercero. En la región central 129 empresas delegan sus residuos a un tercero, mientras que en las regiones Amazonía y Orinoquía sólo dos empresas en cantidades altas y medias realizan esta acción de las 12 empresas que aporta la región.

De las 1003 empresas que generan residuos, un total de 33 disponen los residuos directamente, distribuidos entre las regiones Oriental, Central, Pacífica y Bogotá. Entre este grupo la región Pacífica cuando son altas cantidades, 6 empresas disponen sus residuos.

Entre las diferentes acciones realizadas a los residuos orgánicos generados la mayor cantidad de empresas dan sus residuos a un tercero para su disposición con un total de 676 empresas. Seguido por los residuos aprovechados y vendidos que se encuentran en igual proporción y finalmente el destino menos común es el de almacenarlos.

En general, las empresas prefieren ceder sus residuos para que un tercero se encargue de la disposición final, se desconoce el destino que da el tercero a los residuos, sin embargo, con relación a los residuos orgánicos urbanos, estos finalizan mayoritariamente en los rellenos sanitarios. Se espera que con el apoyo de las políticas ambientales y la economía circular se den a conocer alternativas que sean sustentables para el tratamiento de los residuos e incluso para generar recursos para las empresas. El mal manejo de estos residuos conlleva a la afectación del medio ambiente⁽¹⁷⁾.

CONCLUSIONES

La actividad que mayor número de empresas genera residuos es la de alimentos, bebidas y tabaco en contraste la actividad coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear genera menor cantidad de residuos y menos empresas presentan esta actividad. Entre las actividades 3, 6 a 9 el comportamiento de las empresas es muy similar.

Sólo el 65% de las empresas realiza la medición de los residuos que genera, por lo tanto, para las empresas que no llevan un control, es desconocido el destino de los residuos y si estos reciben algún tipo de aprovechamiento, lo que da indicios a un desconocimiento a nivel empresarial de la importancia de realizar la medición, así como la implementación de un sistema de gestión ambiental como la UNE-EN ISO 14001:2015.

Aunque se evidencia un porcentaje favorable para los residuos aprovechados mostrado por la alta dependencia lineal entre las cantidades generadas y las cantidades aprovechadas, aún la suma entre los aprovechados, vendidos y donados no supera el destino disposición final por un tercero. Teniendo en cuenta que el 34,8% de las empresas no miden los residuos y que de las que sí, tienen preferencia por dar la disposición a un tercero, se puede percibir una despreocupación por la gestión ambiental de los residuos generados a nivel industrial en Colombia.

De acuerdo con los resultados derivados de Encuesta Ambiental Industrial EAI -2019 de empresas colombianas se requiere una mayor gestión en las políticas públicas que ayudan a mitigar el impacto de

los residuos sólidos generados por las empresas y dar cumplimiento con el compromiso de la economía circular. Si no se mejora la aplicación de diferentes técnicas para el tratamiento de los residuos sólidos, más ciudades de Colombia entrarán en emergencias sanitarias por llegar a la capacidad de los rellenos sanitarios y se producirá un impacto negativo ambiental.

REFERENCIAS

1. Munaro MR, Tavares SF. Analysis of Brazilian public policies related to the implementation of circular economy in civil construction. *Ambiente Construído*. 2022 Jun;22(2):129–42. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212022000200597>
2. Abdel-Shafy HI, Mansour MSM. Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. *Egyptian Journal of Petroleum*. 2018 Dec;27(4):1275–90. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.07.003>
3. Cui, Y., Chang, I.-S., Yang, S., Yu, X., Cao, Y., & Wu J. A novel dynamic business model to quantify the effects of policy intervention on solid waste recycling industry: A case study on phosphogypsum recycling in Yichang, China. *Journal of Cleaner Production*. 2022;355. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131779>
4. Gaspar, L. M., Inácio, C. d., Quintaes, B. R., Carvalho, L. d., & Peres AA. Análise econômico-financeira do gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos em uma agroindústria de processamento mínimo de hortaliças. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*. 2020;25(3). <https://doi.org/10.1590/S1413-4152202020180189>
5. Neiva Júnior E, França AC, Graziotti PH, Porto DWB, Araújo FH v., Leal FDS. Growth of seedlings and young plants of coffee in composts of textile industry residues. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2019 Mar;23(3):188–95. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n3p188-195>
6. Hoang AT, Varbanov PS, Nižetić S, Sirohi R, Pandey A, Luque R, et al. Perspective review on Municipal Solid Waste-to-energy route: Characteristics, management strategy, and role in circular economy. *Journal of Cleaner Production*. 2022 Jul;359:131897. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131897>
7. Sakthivelmurugan E, Senthilkumar G, Karthick KN. Analysis of the impact of circular economy over linear economy in the paper processing industry. *Materials Today: Proceedings*. 2022 Jun; <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.05.449>
8. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Comercio I y T. Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio Estrategia Nacional de Economía Circular Contenido [Internet]. Bogotá D.C; 2019 [cited 2022 Jul 17]. Available from: https://www.andi.com.co//Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20EconA%CC%83%C2%B3mia%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf
9. Departamento Nacional de Planeación. CONPES 3874-Política para la gestión integral de residuos sólidos. Bogotá: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf> ; 2016.
10. Departamento Nacional de Planeación. CONPES 3918-Estrategia para la implementación de los objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia. Bogotá: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3918.pdf> ; Mar 15, 2018.
11. Departamento Nacional de Planeación. CONPES 3934-Política de crecimiento verde. Bogotá: <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/conpes/econ%C3%B3micos/3934.pdf> ; Jul 10, 2018.

12. Mi Residuo. De qué forma la gestión de residuos contribuye al logro del ODS 12 [Internet]. 2019. Available from: <https://meuresiduo.com/es/blog-es/como-la-gestion-de-residuos-contribuye-al-logro-del-ods-12/>
13. Departamento Nacional de Planeación. Colombianos botan 9,76 millones de toneladas de comida al año. 2016. https://sinergia.dnp.gov.co/Paginas/Noticias/Colombianos_botan_alimentos_desperdicio.aspx
14. Departamento Nacional de Planeación. Visión Colombia 2050: Discusión sobre el país del futuro [Internet]. Bogotá; 2022 [cited 2022 Jul 18]. Available from: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/Documento_vision_colombia_2050.pdf
15. Alcaldía de Bucaramanga. Plan de Desarrollo Municipal de Bucaramanga 2020-2023. 2019. <https://www.bucaramanga.gov.co/sin-categoria/plan-de-desarrollo-municipal-2020-2023/>
16. Qasim M, Xiao H, He K, Noman A, Liu F, Chen MY, et al. Impact of landfill garbage on insect ecology and human health. *Acta Tropica*. 2020 Nov;211:105630. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105630>
17. Raksasat R, Lim JW, Kiatkittipong W, Kiatkittipong K, Ho YC, Lam MK, et al. A review of organic waste enrichment for inducing palatability of black soldier fly larvae: Wastes to valuable resources. *Environmental Pollution*. 2020 Dec;267:115488. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115488>