

# Disposición a pagar por eliminación de residuos urbanos (Municipalidad Provincial de Tambopata, Madre de Dios, Perú)

Willingness to pay for urban waste disposal (Provincial Municipality of Tambopata, Madre de Dios, Peru)

Julián Colquehuanca Vilca<sup>1\*</sup>, Ángel Colquehuanca Calli<sup>2</sup>, Néstor Gallegos Ramos<sup>3</sup> y Alfredo Calatayud Mendoza<sup>4</sup>

## Abstract

The management of urban waste in the Provincial Municipality of Tambopata induces the environmental deterioration of the soil, water, and biodiversity along with the proliferation of diseases. The objective was to determine the citizens' preference in reducing, recycling, reusing, recovering (4R) and their willingness to pay (DAP) for the elimination of urban waste from the classification level. The information was collected through 406 surveys of heads of households by multiple-stage random sampling, complemented by in-depth interviews; the method of choice experiments (EE) was used to determine the preference of the public user, using the *logit* and *mixlogit* model to estimate the probability of the DAP. The results indicate that 68.72% of users do not recycle any waste, but are predisposed to do so. Of these, 28.72% have a preference for RR (waste collection) with the practice of "4R" for segregation purposes; 28.26% for DR (waste disposal) in sanitary landfill instead of open dumps; 26.08% bet on CR (zero waste) with implication of waste reduction; and 16.94% choose Status quo of emotional state of the moment as undecided. In sum, 83.06% of citizens have the DAP in exchange for acceptable human health and socio-environmental well-being. It is concluded that the users of Puerto Maldonado have the willingness to pay 122 soles per year, in exchange for the elimination of urban waste, being a leading part of sustainability.

**Keywords:** Zero waste, Logit, Mixlogit, Landfill, 4R, Ecological consumption.

## Resumen

La gestión de residuos urbanos en la Municipalidad Provincial de Tambopata induce al deterioro medioambiental del suelo, del agua, a la biodiversidad junto a la proliferación de enfermedades. El objetivo fue determinar la preferencia de la ciudadanía en reducir, reciclar, reutilizar, recuperar (4R) y su disposición a pagar (DAP) por la eliminación de residuos urbanos a partir del nivel de clasificación. Se recolectó la información mediante 406 encuestas a jefes de familia al azar por muestreo por etapas múltiples complementado con entrevistas en profundidad; se utilizó el método de experimentos de elección (EE) para determinar la preferencia del público usuario, utilizando el modelo *logit* y *mixlogit* para estimar la probabilidad de la DAP. Los resultados indican que 68.72% de los usuarios no recicla ningún residuo, pero tienen la predisposición a efectuarlo. De ellas, 28.72% tienen preferencia por RR (recojo de residuos) con práctica de "4R" para fines de segregación; 28.26% por DR (disposición de residuos) en relleno sanitario en lugar de botaderos a cielo abierto; 26.08% apuesta por CR (cero residuos) con implicancia de reducción de residuos; y 16.94% elige Status quo de estado emocional del momento como indecisos. En suma, la ciudadanía en 83.06% tiene la DAP a cambio de salud humana aceptable y bienestar socio ambiental. Se concluye, que los usuarios del Puerto Maldonado, tienen la disposición a pagar 122 soles anuales, a cambio de eliminación de residuos urbanos y ser parte protagónica de sustentabilidad.

**Palabras clave:** Cero basuras, Logit, Mixlogit, Relleno sanitario, 4R, Consumo ecológico.

**Recibido:** 10/06/2020

**Aceptado:** 20/09/2020

**Publicado:** 01/10/2020

**Sección:** Artículo original

\*Autor correspondiente: [juliancv7@hotmail.com](mailto:juliancv7@hotmail.com)

## Introducción

El crecimiento poblacional, la urbanización, la colonización de bosques junto a la industrialización de procesos productivos vienen incidiendo en el incremento de generación de residuos sólidos urbanos a escala mundial, regional y local (Rai *et al.*, 2019; Taşkın y Demir, 2020). Los efectos económicos, ambientales, sociales y culturales son evidentes, particularmente por la inadecuada gestión de residuos sólidos urbanos a pesar de la evolución de la ciencia y la tecnología (Sáez y Urdaneta, 2014; Tumi y Escobar-Mamani, 2018).

La gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) municipales es un desafío global, se ha vuelto cada vez

<sup>1</sup>Universidad Nacional Amazónica, Madre de Dios, Perú

<sup>2</sup>Universidad Nacional Amazónica, Madre de Dios, Perú

<sup>3</sup>Universidad Nacional Amazónica, Madre de Dios, Perú

<sup>4</sup>Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1213-0035>.

**Cómo citar:** Colquehuanca Vilca, J., Colquehuanca Calli, Á., Gallegos Ramos, N. y Calatayud Mendoza, A (2020). Disposición a pagar por eliminación de residuos urbanos (Municipalidad Provincial de Tambopata, Madre de Dios, Perú). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(4), 329–337. DOI: <https://doi.org/10.18271/ria.2020.197>.



más prominente que dificulta el desarrollo armónico y social de toda sociedad, respecto a los niveles de vida y deterioro ambiental de la comunidad que en parte ignoran los aspectos técnicos y los costos de implementación, así como las actitudes de los residentes, la conciencia ambiental pública, el comportamiento y la disposición a pagar. En tanto que Países como China considera la clasificación de los residuos sólidos urbanos como una de las estrategias más importantes para la construcción de una civilización ecológica (Wang y You, 2021).

En diversos países de la Región y el Caribe se están implementando diversos programas sociales para superar la pobreza y reducir las desigualdades; sin embargo, no han venido trabajando en la misma dimensión el estado de residuos urbanos, sino solo van quedando en discursos clientelistas mezclados de incentivos y desincentivos de oferta laboral (Abramo *et al.*, 2019).

Consiguientemente, en las regiones del Perú y ciudades más concentradas de población tiene cada vez mayor producción de residuos urbanos. Cuyas causas, entre otros, devienen de ineficacia de sus autoridades en la implementación de políticas de recolección de residuos sólidos urbanos y su tratamiento, que ésta pretende abordar (Caldas *et al.*, 2019).

No obstante a ello, las políticas de desarrollo de la Amazonía peruana en la construcción de nuevas carreteras, como la transoceánica ha sido uno de los principales impulsores de la transición de las dietas tradicionales a las dietas “occidentales” procesadas, los que no solo vienen cambiado el hábitus del régimen alimentario, sino también la generación de más residuos por efecto del desarrollo de la región de Madre de Dios, dado que se sabe que los alimentos tradicionales como las nueces de Brasil y el pescado son micronutrientes esenciales, las personas que se encuentran en una etapa de transición nutricional a una dieta occidental pueden tener una ingesta menor de selenio, pero a cambio de producción más residuos de plásticos y otros (Pettigrew *et al.*, 2019).

Por otro lado, la Región de Madre de Dios del Perú, cuenta con una de las mejores potencialidades en la diversidad biológica y cultural, que en sí es un desafío para contribuir al desarrollo sostenible y al cumplimiento de agenda 2030 promovida por la ONU (Girón, 2016). A las que debe señalarse también la minería artesanal que encarnan la vulnerabilidad, aun cuando son reconocidos como partes interesadas en los procesos de políticas formales, pero tienen un gran interés en sus resultados, a pesar del imaginario de los derechos de la naturaleza de convivir la minería con el medio ambiente como derecho social de buena gobernanza en pro del desarrollo. Sin embargo, buena parte de la población local, a diario se interna a los ríos en buscar oro y regresar en horas de tarde y consigo portan residuos de plásticos que los van dejando en el trayecto. Dentro de los procesos y hechos de la actividad referida, el abordaje ambiental es aún escaso (Duff y Downs, 2019; Valladares y Boelens, 2019).

Bajo el escenario indicado, la Región Puno, si bien se aborda los beneficios de la biodiversidad, no se tienen claro cuáles son las secuelas del impacto causado en la deforestación y consecuentemente los residuos urbanos generados; dado que buena parte de las familias depende de ellas, sean dentro del bosque o en la ciudad de Puerto Maldonado. No obstante que, en teoría las empresas

privadas intentan reducir la deforestación de concesiones forestales por presiones de multas o de incentivos de forestación, los cuales no han tenido resultados esperados por insuficiencia de rigurosidad para los compromisos de sostenibilidad, y multas insuficientemente punitivas o bajos niveles de ejecución. De ellas, es escasa el abordaje de consecuencias ambientales generadas en perjuicio ambiental por efecto de los residuos urbanos como consecuencia de la actividad maderera (Anderson *et al.*, 2019).

Bajo el escenario señalado, la ciudad de Puerto Maldonado, provincia de Tambopata de la Región de Madre de Dios con una población 74,494 habitantes con tasa de crecimiento demográfico de 2.3% anual (Pettigrew *et al.*, 2019) genera de 80 a 90 toneladas de desechos por día. La Municipalidad asume la gestión de residuos, su disposición final es el botadero a cielo abierto y sistemas de silos sin control de emisiones, llevado a cabo en la comunidad “El Prado” ubicado a 6 km de la ciudad de Puerto Maldonado.

La gestión de residuos es tema complejo de política pública, los problemas generalizados en la zona urbana y rural continúan sin resolverse por mayor crecimiento poblacional y el crecimiento económico desigual (Kauschal y Sharma, 2016). Indirectamente inciden en la inadecuada recolección, transporte y disposición final de los residuos urbanos (Song *et al.*, 2014; Hubert *et al.*, 2016; Dong *et al.*, 2014).

Además de ellos, la persistencia del sistema de estructura social, las personas “socioeconómicamente pobres” son inducidas a realizar las labores de recolección. La labor de reciclaje es considerada como trabajo de bajo prestigio y baja remuneración. Los gobiernos municipales realizan la gestión RSU de manera ineficiente por disponer escaso recurso financiero (Abdel-Shafy y Mansour, 2018).

Por consiguiente, los problemas de gestión de RSU en las ciudades es un tema aún pendiente de real resolución (Akhtar *et al.*, 2017). No obstante, existen opciones y atributos que requieren ser consensuados por el público usuario a efecto de facilitar la valoración económica viable (Akhtar *et al.*, 2017); por tanto, la introducción de estrategia para mejorar la gestión de residuos basado en las preferencias del público para conocer la DAP (disposición a pagar) a cambio de la generación de bienestar psicológica, socioeconómica y educativa de la población (Thomas y Sharp, 2013), se puede modelar con método de EE –experimento de elección– (Almazán-Casali *et al.*, 2019; Rai *et al.*, 2019). El método EE, es una aplicación de las ‘características de la teoría de valor’ de Lancaster combinado con “teoría de utilidad aleatoria”, por lo tanto, posee una base sólida de teoría económica.

Por los considerandos referidos, el objetivo del estudio fue determinar la preferencia de ciudadanía en reducir, reciclar, reutilizar, recuperar (4R) y su disposición a pagar (DAP) por la eliminación de residuos urbanos a partir del nivel de clasificación en la ciudad de Puerto Maldonado, capital de la Provincial de Tambopata de la Región Madre de Dios, Perú.

## Materiales y métodos

### Área de investigación y fuente de datos

El objeto de estudio fue la ciudad de Puerto Maldonado, capital de la Provincia de Tambopata, Región de Madre de Dios del Perú, entre 12°35'35.9" S y 69°11'20.9" O, altitud a 186 m.s.n.m. La toma de datos fue ejecutada en año 2018. La ciudad Puerto Maldonado que es parte de los tres municipios principales de la Región, es una ciudad comercial de la Amazonia, ubicada en la triple frontera entre Perú, Bolivia y Brasil. Tiene su mejor atractivo su ecosistema natural, constituido por especies de plantas, aves, mamíferos, mariposas, anfibios y las afluencias de los ríos Tambopata y Madre de Dios. La población se caracteriza por su escasa predisposición de tratamiento de los desechos urbanos con perjuicio a la salud humana y del medio ambiente.

### Métodos y contenidos de la encuesta y entrevista en profundidad

El procedimiento metodológico, proviene de una población de 99405 habitantes, del que se recolectó información mediante 406 encuestas a jefes de familia por muestreo por etapas múltiples (compuesto de 52.22% mujeres y 47.78% varones, entre 26 – 35 años que representa al 42.61%, grado de estudio superior equivalente a 38.92%), datos que fueron en parte contrastadas con entrevistas en profundidad; se utilizó el método de experimentos de elección (EE) de opciones de preferencia del público captadas en las encuestas corroboradas con entrevistas de parte de los encuestadores previamente capacitados. De cada hogar, un miembro respondió al cuestionario que consistió en recopilar:

- Características socioeconómicas de los encuestados y sus hogares y barrios, incluido su género, edad, nivel educativo y el ingreso familiar anual y sus fuentes de ingresos;
- Impacto de los proyectos actuales y los programas de propaganda de protección ambiental del entorno local;
- La percepción de participación que evite la contaminación ambiental y conciencia de la necesidad de tratamiento de residuos;
- La DAP y el límite en cuanto a la cantidad que se podría pagar;
- La voluntad de utilizar las instalaciones de recolección, la voluntad de clasificar los desechos, la voluntad de entregar los desechos y la voluntad de eliminar los desechos por parte de los comités locales o por sí mismos.

## Análisis de datos

El estudio se centró en procesar la aplicación del método de valoración a partir de la percepción de los usuarios para estimar la disposición a pagar (DAP) de los jefes de hogares para mejorar el sistema de recolección de residuos; cuyos efectos deben tender por reducir y dejar menos residuos, reutilizar el bien o buscarle un nuevo

uso antes de tirarlo a la basura, reciclar volviendo a usar el bien para otro propósito diferente y recuperar lo que dejó de ser útil como los campos de rellenos sanitarios para generar electricidad o producción de gas. No obstante que los usuarios no estaban conscientes de los beneficios de 4R mencionados, por el que resultó indispensable realizar esfuerzos concertados de coordinación con los funcionarios de la municipalidad para aumentar la conciencia ambiental de los hogares a través de la educación y sensibilización.

Con los datos de encuestas y las posturas captadas en entrevistas en profundidad en primera instancia fueron procesados mediante software Microsoft Excel 2016 y SPSS 23.0. teniendo en cuenta el tamaño efectivo por cada factor de influencia para excluir las muestras predeterminadas y las muestras no seleccionadas de acuerdo con el principio de regresiones logísticas. Las regresiones logísticas se utilizaron ampliamente para analizar los principales factores que influyeron en la DAP.

Consecuentemente, se procesó con experimentos de elección (EE), con opciones de preferencia del público usuario, se aplicó el modelo *logit* y *mixlogit* para estimar la probabilidad de la DAP. El modelo Logit y Probit como modelos econométricos no lineales que utilizaron cuando la variable dependiente es binaria o dummy, es decir que sólo puede tomar dos valores. El modelo más sencillo de elección binaria es el modelo de probabilidad lineal.

El estudio analizó también la '*preferencia declarada*' del público centrado en tres atributos de gestión: (i) selección de residuos para su recolección, (ii) disposición de residuos orgánicos en rellenos sanitarios para evitar los botaderos a cielo abierto, (iii) participación de la ciudadanía en programas educativos de "cero residuos" para su reducción en fuente de origen, por consiguiente, los atributos tienen dos alternativas innovado y Status quo, además son articulados a cuatro precios de arbitrio municipal de limpieza pública. Asumiendo la importancia del proceso para la toma de decisión óptima, el número de combinaciones del perfil (alternativas) resulta  $(3^2 \times 4) = 36$  escenarios hipotéticos de elección para la preferencia del público, que resultaría difícil realizar la encuesta, por tanto, utilizando el plan de efectos principales ortogonales se organizó en 14 tarjetas divididas aleatoriamente en dos juegos con tres perfiles para la preferencia de cada encuestado (Tabla 1, Figura 1).

atributos	Innovado	Status quo
Recojo de residuos (RR)	Basura seleccionada	Basura mezclada
Disposición de residuos (DR)	En relleno sanitario	En botadero
Cero residuos (CR)	Cero residuos	Reducción nula
		50.00
		80.00
Precio (S/.)		100.00
		120.00

Tabla 1. Identificación de atributos.

Las preferencias del público estimó con el método de EE que posee la teoría de la utilidad aleatoria (McFadden, 1974; Train, 2003). La utilidad individual  $i$  de las alternativas  $j$  de los servicios de gestión de residuos está compuesta por un componente determinístico y

estocástico (Almazán-Casali *et al.*, 2019), de manera que la expresión está dado por:

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde  $U_{ij}$  es la utilidad individual en general de  $n$  consumidor que obtiene del bien  $i$ ;  $V_{ij}$  representa a la utilidad indirecta (Lim *et al.*, 2014) especificada en función de las características de un bien, servicio o políticas que se mide a partir de las características sociales, económicas y actitud ambiental del consumidor.  $\varepsilon_{ij}$  es el componente aleatorio que representa a los atributos no observables que afectan la elección (Koistinen *et al.*, 2013; Khai y Yabe, 2015), considerada independiente e idénticamente distribuida (IID) (Alcon *et al.*, 2014; Brouwer *et al.*, 2016) con propiedad de independencia de alternativas irrelevantes -IIA (Pek y Jamal, 2011).

Típicamente EE modelada con logit condiciona las preferencias del usuario, por tanto, se trata de un problema estocástico y se resuelve definiendo la “probabilidad de elección” (Kallas *et al.*, 2012) con el modelo *logit* o *probit* que se expresa como:

$$P_{ni} = \frac{\exp(V_{ni})}{\sum_{j=1}^J \exp(V_{nj})}$$

El modelo logit condicional supone que los parámetros ( $\beta$ s) son homogéneos o fijos en la población, se sustenta en la IID, sin embargo, para un consumidor o individuo específico el término de los efectos no observados ( $\varepsilon$ ) son aleatorias, en efecto, tiene un potencial de varianza asociado al parámetro ( $\beta$ ), cada alternativa ( $i$ ) y atributo ( $x$ ) (Hensher *et al.*, 2005), en consecuencia, la ecuación (4) puede ser extendida y especificada en términos de modelo de *logit mixto* o *logit* de efectos fijos y aleatorios, expresada de la forma:

$$P_{ni} = \int \frac{\exp(V_{ni})}{\sum_{j=1}^J \exp(V_{nj})} f\left(\frac{\beta}{\theta}\right) d\beta$$

Donde  $f(\beta/\theta)$  es la función de distribución normal de  $\beta$  y  $\theta$  son los parámetros de la distribución normal que pueden ser estimadas por el método de máxima verosimilitud. El efecto de los factores en la elección el modelo derivamos de logit multinomial y mixto que se utilizó para estudiar las preferencias de gestión de residuos de la siguiente manera

$$V_{nit} = \alpha_0 + \beta_1 P + \beta_2 RR + \beta_3 DR + \beta_4 CR$$

Dónde  $\alpha$ in es un parámetro escalar, que captura las preferencias intrínsecas del individuo  $n$  por elegir la alternativa  $i$ ,  $\beta$ i es el peso de la influencia de los atributos (RR, CR, DR y P) en el modelo. La DAP se procedió a calcular para un atributo de la alternativa  $j$  de la relación de la utilidad marginal del atributo entre el coeficiente del atributo y el coste (cociente de sus coeficientes) (Daly *et al.*, 2012), la disponibilidad marginal a pagar por un cambio en el atributo  $k$  está dado por:

$$DAP_k = \frac{\partial V_{ij} / \partial X_k}{\partial V_{ij} / \partial P} = \frac{\beta^k}{\beta_P}$$

Donde  $\beta^k$  = es el coeficiente del atributo  $k$  (RR,DR y CR);  $\beta_P$  = es el coeficiente del atributo monetario (precio).

## Resultados

### Características sociodemográficas de los encuestados

Los datos procesados de 406 encuestas de hogares de la Municipalidad de Puerto Maldonado conformado por 52.22% de mujeres y 47.78% de varones, entre 26 a 35 años de edad, se tiene que, el 27.83% declararon tener un ingreso no mayor a S/. 3000.00 y el 38.92% manifiesta tener formación superior. Se observa además que tienen un ingreso económico menor a S/. 1 500.00; con relación a la práctica de conciencia ambiental el 68.72% reportaron que no practican la segregación residuos en el hogar (Figura 2).

### Percepción del público respecto gestión de residuos sólidos

La ciudadanía percibe que existe una brecha entre métodos tradicionales y gestión de residuos con técnicas sustentables. Respecto a la efectividad, capacidad y potencialidad de la gestión de residuos urbanos municipales de los usuarios del Puerto Maldonado consideran sistema ineficiente de recolección, irregular y control deficiente de riesgos para la salud humana y ambiental, de ellos, solo el 17.49% encuestados percibe que el “municipio no se abastece porque recoge basura mezclada” (Figura 2).

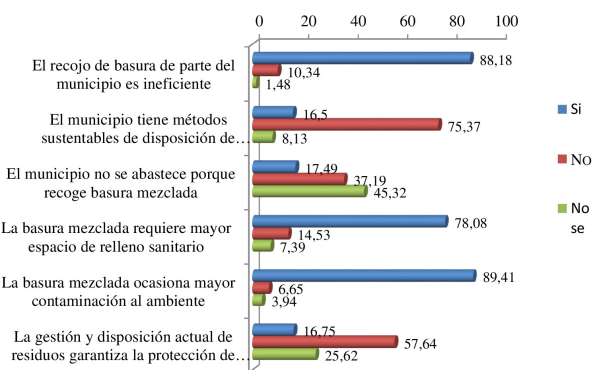


Figura 1. Percepción de los usuarios sobre la gestión de residuos sólidos.

La ciudadanía de Puerto Maldonado en un 83.06% de los encuestados tiene la DAP a cambio de salud humana aceptable y bienestar socio ambiental. Ella implica concordancia de la necesidad de reducir, reciclar, reutilizar, recuperar (4R) y sobre todo la disposición a pagar, dado que los atributos propuestos son importantes, implica que la población reconoce la relevancia de métodos más sostenibles de gestión como la prevención de residuos, reducción de botaderos, altos niveles de reciclaje y recuperación de residuos orgánicos como recurso con valor en lugar de tratar como un problema, en efecto, para la propuesta planteada es coherente y relevante para la inducción de tecnologías de gestión de residuos y servicios con beneficios sociales, económicos y ambientales, en el área de estudio (información

de encuestas y corroboradas con las entrevistas en profundidad).

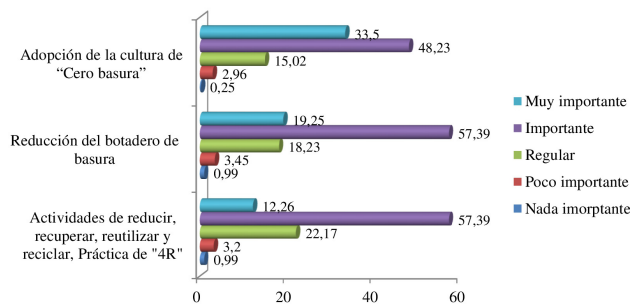


Figura 2. Apreciación de la importancia de los atributos de gestión.

### Actitud hacia la práctica de "4R" para la gestión de residuos sólidos

Respecto a la práctica de "4R" (reducir, reciclar, recuperar y reutilizar), la ciudadanía considera como atributo de fortaleza para consensuar la gestión integral de residuos sólidos (GIRS), dado que perciben más del 80% estar "de acuerdo" o "totalmente de acuerdo" con la segregación y reciclaje de residuos; además, se observa que los usuarios declaran que tienen interés y motivación de reciclaje, si existiesen instalaciones de depósito para reciclables y recogedor de reciclables.

### Conciencia ambiental y motivación para reciclaje de residuos sólidos

Los datos procesados inducen a la existencia de las contradicciones entre la actitud por la contribución con la sostenibilidad ambiental y la consideración de la quema de basura en la calle sea hábito normal, además se observa que el 52.22% no distingue si el tema de reciclaje es tarea de las autoridades o responsabilidad propia de quien genera los desechos, una muestra evidente de vacío entre la actitud, conciencia ambiental y percepción del reciclaje en la ciudadanía. Caso que se evidenció de las entrevistas en profundidad, la ciudadanía olvidó sus formas ancestrales de pensar, decir y hacer con la cuestión ambiental o en todo caso son migrantes que no practicaron las buenas costumbres de la convivencia con la naturaleza.

### Resultado de las estimaciones de modelo logit y mix logit

El coeficiente representa el parámetro de utilidad o los pesos de valoración de cada atributo (Tabla 2), la prueba estadística de Z confirma que los coeficientes asociados a los atributos RR, DR, CR y precio de limpieza pública son significativos en forma individual a un nivel de confianza de 1%, en el modelo. El test de verosímil  $LR = 2 (\ln L_R - \ln L_I)$  es diferente de cero con  $p < 0.05$ , por tanto, el modelo en general de *logit condicional* y *mixto* con cuatro y tres grados de libertad respectivamente son significativos. Test estadístico de Wald (W) muestra que los parámetros  $\beta$  estimados en el modelo logit de efecto fijo y aleatorio son diferentes de cero a un nivel de significancia de  $p < 0.05$ .

Por consiguiente, los coeficientes estimados con logit condicional y mixto partir de ecuación (4) y (5) son estadísticamente significativos, se confirma que RR con práctica de "4R", DR, CR y precio del arbitrio municipal de limpieza pública son factores significativos en ambos modelos, además el reporte evidencia signos esperados de los coeficientes.

### Precios implícitos y DAP

Los precios implícitos obtenidos de la relación entre los coeficientes de cada atributo y el coeficiente del precio de arbitrio municipal, refleja la tasa marginal de sustitución con repercusión en la DAP máximo de S/.122.00 anual (Tabla 3). En términos de importancia relativa el público inclina su preferencia el 28.72% por RR con practica de "4R" para fines de segregación de residuos en propios hogares, el 28.26% por DR en relleno sanitario con externalidades de reducción de botaderos a cielo abierto y 26.08% apuesta por CR con implicancia de reducción de residuos en fuente de origen y 16.94% elige Status quo. En suma, los resultados indican que el 68.72% de los usuarios no recicla ningún residuo. En términos de Pseudo  $R^2$ -cuadrado el modelo muestra ajuste de 27.42%, con 67.03% de predicción y estadístico Razón de Verosimilitud (LR) 39.7%, lo cual implica que la bondad del ajuste del modelo procesado se sitúa en un valor aceptable de sustentabilidad respecto a los parámetros de RSU.

### Discusión

La tasa marginal de sustitución para presentar a la ciudad ecológica tiende a consensuar, para ellos, la ciudadanía tiene la DAP la suma de 122 soles anuales (Tabla 3), junto a ello reducir, reciclar, reutilizar, recuperar (4R) como cultura innata de la ciudadanía por mantener, opción que en otros realidades tienen éxito (Nembrini *et al.*, 2020; Tianyu y Meng, 2020). La ciudadanía del Puerto Maldonado tiene preferencia en un 28.72% por RR, con practica de "4R" para segregación de residuos en sus hogares, el 28.26% por DR en relleno sanitario con externalidades de reducción de botaderos a cielo abierto y 26.08% apuesta por CR con implicancia de reducción de residuos en fuente de origen y 16.94% elige Status quo, lo que corrobora otros indicadores presentados en el tema (Abarca Fernández y Escobar-Mamani, 2018; Quispe, 2017).

Las respuestas "no sé" de los encuestados evidencia la existencia de pobladores con desconocimiento de información respecto a la segregación y la efectividad de manejo de residuos (Chung y Yeung, 2019), estos resultados son indicadores sociales que deben ser superadas con la inducción de programas de educación ambiental a cargo de la Municipalidad para implementar métodos sostenibles de gestión de residuos conducente al logro de mayor tasa de éxito (Zotos *et al.*, 2009; Peltola *et al.*, 2016; De Gisi *et al.*, 2017).

El RR con esquema de 4R es la más aceptada para la población encuestada corroborada con las entrevistas en profundidad coincidente con literatura expuesta (Cole *et al.*, 2014); fortaleza que debe ser potenciado por las autoridades locales para contribuir al desarrollo sostenible a través de planificación mediante actividades

Coeficiente	Modelo Logit condicional		Modelo Logit Mixto			
		p-value (Prob)	Error Estandar	Coeficiente	p-value (Prob)	Error estandar
$\beta_P$	-.014148	0.00	.001994	-.0252612	0.00	.0042736
$\beta_{RR}$	.4668993	0.00	.0504726	.9560303	0.00	.1366777
$\beta_{DR}$	.6762036	0.00	.0685505	1.333042	0.00	.2167076
$\beta_{CR}$	.3672088	0.00	.0635754	.809116	0.00	.1650288
Porcentaje de predicción		73.60%			75.10%	
Prueba razón de verosimil – LR		269.17 (0.00)			80.95 (0.00)	
Prueba de Wald		198.00 (0.00)			62.21 (0.00)	
Numero de observaciones		1932			1932	

**Tabla 2.** Resultado de las estimaciones con modelo logístico condicional.

Atributos	Precios implíc.	Precios implíc. (\$/.)
Recojo de residuos (RR)	$-\beta_{RR}/\beta_P$	52.20
Disposición de residuos (DR)	$-\beta_{DR}/\beta_P$	37.80
Cultura de cero residuos (CR)	$-\beta_{CR}/\beta_P$	32.00
Total		122.00

**Tabla 3.** Disposición a pagar marginal en el modelo de Mixlogit.

de educación y gestión de residuos (Wilson y Williams, 2007), junto al fomento de acciones conjuntas y decisiones políticas como proceso dinámico más que un objeto estadístico de contabilización (Cole *et al.*, 2014).

Los parámetros esperados inducen a que los pobladores están dispuestos a contribuir con la ciudad ecológica, además, significa que la mejora de gestión de residuos incrementa el bienestar de la ciudadanía en términos de utilidad. En cuanto se refiere al precio de la tasa de arbitrio municipal, el coeficiente es negativo y significativo, lo que indica disminución de la utilidad para los encuestados a medida que aumentan los cargos mensuales la población está menos dispuesto a pagar coherente. Los resultados obtenidos, demuestra la existencia de heterogeneidad de preferencias (Graubard *et al.*, 1997; Archer *et al.*, 2007; Liu y Liu, 2016) en consecuencia, el modelo de efectos fijos y aleatorios caracteriza correctamente la preferencia del público.

El resultado de la DAP estimada, muestra la aproximación con los estudios de EE realizados en pequeños municipios en países en vías de desarrollo (Rai *et al.*, 2019). El precio implícito o valor parcial es la cantidad de dinero que los encuestados están dispuestos a pagar por la gestión de residuos con efectos beneficiosos de salud pública y ambiental. Los precios implícitos son la tasa marginal de sustitución entre el atributo monetario y el atributo no monetario en consideración (Gebreyesus y Berhanu, 2019), sin embargo, la Municipalidad Provincial de Tambopata en Puerto Maldonado para este tipo de servicio aún no tiene la tasa de arbitrio municipal predeterminado, no comercializado (Almazán-Casali *et al.*, 2019), en efecto, el estudio indica la existencia tangible de la DAP para la gestión de residuos.

Los indicadores presentados de la DAP de la ciudadanía, por el consumo ecológico garantiza un desarrollo socialmente sostenible. La mayoría de los estudios existentes se centran más en las características

de los atributos económicos de los residentes, al que corrobora el presente estudio, pero menos en sus factores psicológicos internos (Jianfei Li *et al.*, 2020). Así mismo, es imprescindible socializar y persuadir a la población que aún se resista ser parte de DAP, al tiempo que promueva la clasificación y la tasa de reciclaje de los desechos, tal cual ocurre en otras economías de desarrollo, quienes han adoptado por la política de incentivos económicos como el caso de relleno sanitario en Hong Kong, donde se propuso la implementación de un esquema de renovación de cargo por relleno sanitario. Resultados que conllevan a mejorar el esquema actual de carga de residuos sólidos urbanos (Jingru Li *et al.*, 2020).

No obstante, que los grupos vulnerables: mujeres, grupo de mayor edad, el grupo socioeconómico más bajos no tenían mayor conocimiento del manejo de residuos. Sin embargo, las muestras utilizadas en diferentes estudios han arrojado en general, conclusiones diversas de reversión mediante implementación de procesos de capacitación. Aun cuando no necesariamente las características socioeconómicas como la edad, la educación, los ingresos y el empleo tuvieron efectos significativos en la DAP a comparación otros estudios para mejorar los servicios de residuos (Han *et al.*, 2019).

El estudio, al haber obtenido información de los jefes de hogares sobre la perspectiva de mejorar el sistema de recolección de residuos en la ciudad de Puerto Maldonado en preguntar directamente sobre su DAP, por un cargo adicional por servicio de recolección de residuos para cubrir los costos de un nuevo proyecto de gestión de residuos; las respuestas fueron favorables y fueron corroboradas con entrevistas en profundidad. Sin embargo, los resultados indican que algunos hogares no estaban conscientes de los beneficios de los 4Rs (reducir, reutilizar, reciclar y recuperar); además de ser parte de DR y CR. Por ello, es necesario, redoblar esfuerzos concertados tal cual se evidencia de la literatura científica producida, como creciente preocupación en las últimas décadas que se ha centrado en el manejo y eliminación de desechos sólidos, donde los países desarrollados han recorrido un largo camino en la gestión de residuos, estableciendo programas especializados en la concienciación ciudadana sobre la importancia del adecuado tratamiento y disposición de los RSU, para aumentar la conciencia ambiental de los hogares a través de la educación y más publicidad con respecto a la separación, reducción y reciclaje de desechos (Afroz y

Masud, 2011; Tayeh *et al.*, 2021).

Al final, es imprescindible implementar medidas efectivas basadas en los resultados obtenidos de la investigación, tales como: (i) realizar demostraciones de acciones de gestión de residuos; (ii) aumentar la conciencia pública sobre la necesidad del tratamiento de desechos a través de la educación y la propaganda de protección ambiental, incluida la información sobre la contaminación ambiental, la clasificación de los desechos, las características de los desechos domésticos y los efectos ambientales negativos y los beneficios de la gestión de residuos; (iii) considerar la tarifa del servicio, la distancia de entrega y los salarios esperados al diseñar los sistemas de gestión de residuos; y (iv) desarrollar la economía rural para incrementar los ingresos y atraer a los jóvenes para que vuelvan al trabajo.

## Conclusiones

Buena parte de la ciudadanía del Puerto Maldonado tienen la DAP y consideran que las estrategias de implementación son viables en la gestión de residuos urbanos sostenibles. Sin embargo, no se cuenta con el conocimiento oportuno para desarrollar un sistema de gestión adecuado debido a variables relacionadas con aspectos ambientales, sociales, económicos y técnicos no están debidamente conectados, al que la autoridad municipal debería implementar la socialización y coerción mediante proceso de dialogo de saberes entre todos los involucrados y una capacitación coherente acorde con sus sistemas creencias y valores locales.

El estudio demostró que los factores socioeconómicos más influyentes para la voluntad pública de la DAP, fue el de clasificar los desechos, reciclar, reutilizar y la disposición a eliminarlos cuando no tiene retorno residual. Que al final, se traducen en la acción de recojo de residuos (RR) y por ende en la implementación de la práctica de 4R (reducir, reutilizar, reciclar y recuperar); además de ser parte de DR y CR.

De ellas, 28.72% del público tienen preferencia por RR (recojo de residuos) con practica de “4R” para fines de segregación de residuos; 28.26% por DR (disposición de residuos) en relleno sanitario tendiente a la reducción de botaderos a cielo abierto; un 26.08% apuesta por CR (cero residuos) con implicancia de reducción de residuos en fuente de origen y un 16.94% elige Status quo de estado emocional del momento indeciso. En suma, la ciudadanía local en un 83.06% tiene la DAP a cambio de salud humana aceptable y bienestar socio ambiental.

Por consiguiente, la conciencia pública sobre la necesidad del tratamiento de RSU, debe ser potenciado mediante una educación socioambiental acorde con la realidad local, como factor influyente para la voluntad pública de la ciudadanía y la voluntad política y la autoridad municipal en concretizar la sustentabilidad de la provincia.

## Referencias

- Abarca Fernández, D. y Escobar-Mamani, F. (2018). Manejo de residuos sanitarios: un programa educativo del conocimiento a la práctica. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(3), 315–324. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.395>.
- Abdel-Shafy, H. I. y Mansour, M. S. M. (2018). Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27(4), 1275–1290. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.07.003>.
- Abramo, L., Cecchini, S. y Morales, B. (2019). Programas sociales, superación de la pobreza e inclusión laboral: aprendizajes desde América Latina y el Caribe. Chile. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44602>.
- Afroz, R., Hanaki, K. y Hasegawa-Kurusu, K. (2009). Willingness to pay for waste management improvement in Dhaka city, Bangladesh. *Journal of Environmental Management*, 90(1), 492–503. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.12.012>.
- Afroz, R. y Masud, M. M. (2011). Using a contingent valuation approach for improved solid waste management facility: Evidence from Kuala Lumpur, Malaysia. *Waste Management*, 31(4), 800–808. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.10.028>.
- Akhtar, S., Ahmad, A., Qureshi, M. y Shahraz, S. (2017). Households willingness to pay for improved solid waste management. *Global Journal of Environmental Science Management*, 3(2), 143–152. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2017.03.02.003>.
- Alcon, F., Tapsuwan, S., Brouwer, R. y de Miguel, M. D. (2014). Adoption of irrigation water policies to guarantee water supply: A choice experiment. *Environmental Science and Policy*, 44, 226–236. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.08.012>.
- Almazán-Casali, S., Alfaro, J. F. y Sikra, S. (2019). Exploring household willingness to participate in solid waste collection services in Liberia. *Habitat International*, 84, 57–94. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2019.01.001>.
- Anderson, C. M., Asner, G. P. y Lambin, E. F. (2019). Lack of association between deforestation and either sustainability commitments or fines in private concessions in the Peruvian Amazon. *Forest Policy and Economics*, 104(March), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.03.010>.
- Archer, K. J., Lemeshow, S. y Hosmer, D. W. (2007). Goodness-of-fit tests for logistic regression models when data are collected using a complex sampling design. *Computational Statistics and Data Analysis*, 51(9), 4450–4464. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2006.07.006>.
- Brouwer, R., Bliem, M., Getzner, M., Kerekes, S., Milton, S., Palarie, T. y Wagtendonk, A. (2016). Valuation and transferability of the non-market benefits of river restoration in the Danube river basin using a choice experiment. *Ecological Engineering*, 87, 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.11.018>.
- Caldas, P., Ferreira, D., Dollery, B. y Marques, R. (2019). Are there scale economies in urban waste and wastewater municipal services? A non-radial input-oriented model applied to the Portuguese local government. *Journal of Cleaner Production*, 219, 531–539. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.076>.
- Chung, W. y Yeung, I. M. H. (2019). Analysis of residents' choice of waste charge methods and willingness to pay amount for solid waste management in Hong Kong. *Waste Management*, 96, 136–148. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.07.020>.

- Cole, C., Osmani, M., Quddus, M., Wheatley, A. y Kay, K. (2014). Resources, Conservation and Recycling Towards a Zero Waste Strategy for an English Local Authority. *Resources, Conservation Recycling*, 89, 64–75. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.05.005>.
- De Gisi, S., Notarnicola, M., Casella, P., Sabia, G., Farina, R., Landolfo, P. y De Feo, G. (2017). Assessing the public perception of islanders regarding the implementation of new technologies to optimize the municipal solid waste management system: A Mediterranean case study. *Journal of Cleaner Production*, 164(July), 1586–1601. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.090>.
- Dong, J., Chi, Y., Zou, D., Fu, C., Huang, Q. y Ni, M. (2014). Energy – environment – economy assessment of waste management systems from a life cycle perspective: Model development and case study. *Applied Energy*, 114, 400–408. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.09.037>.
- Duff, P. M. y Downs, T. J. (2019). Frontline narratives on sustainable development challenges/opportunities in the ‘illegal’ gold mining region of Madre de Dios, Peru: Informing an integrative collaborative response. *Extractive Industries and Society*, 6(2), 552–561. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2019.01.005>.
- Gebreeyosus, M. A. y Berhanu, W. (2019). Households’ preferences for improved solid waste management options in Aksum city, North Ethiopia: An application of choice modelling. *Cogent Environmental Science*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/23311843.2019.1579456>.
- Girón, A. (2016). Objetivos del desarrollo sostenible y la Agenda 2030: Frente a las políticas públicas y los cambios de gobierno en América Latina. *Problemas del Desarrollo*, 47(186), 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.rpd.2016.08.001>.
- Graubard, B. I., Korn, E. L. y Midthune, D. (1997). Testing goodness-of-fit for logistic regression with survey data. En *Proceedings of the Section on Survey Research Methods. American Statistical Association*, 170–174.
- Hensher, D. A., Rose, J. M. y Greene, W. H. (2005). *Applied Choice Analysis: a Primer*. Cambridge University Press.
- Hubert, J., Liu, X. F. y Collin, F. (2016). Computers and Geotechnics Numerical modeling of the long term behavior of Municipal Solid Waste in a bioreactor landfill. *Computers and Geotechnics*, 72, 152–170. <https://doi.org/10.1016/j.comgeo.2015.10.007>.
- Kallas, Z., Escobar, C. y Gil, J. M. (2012). Assessing the impact of a Christmas advertisement campaign on Catalan wine preference using Choice Experiments. *Appetite*, 58(1), 285–298. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.09.017>.
- Kaushal, A. y Sharma, M. P. (2016). Methane Emission from Panki Open Dump Site of Kanpur, India. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 337–347. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.014>.
- Khai, H. V. y Yabe, M. (2015). Consumer preferences for agricultural products considering the value of biodiversity conservation in the Mekong Delta, Vietnam. *Journal for Nature Conservation*, 25, 62–71. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2015.02.004>.
- Koistinen, L., Pouta, E., Heikkilä, J., Forsman-Hugg, S., Kotro, J., Mäkelä, J. y Niva, M. (2013). The impact of fat content, production methods and carbon footprint information on consumer preferences for minced meat. *Food Quality and Preference*, 29(2), 126–136. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.03.007>.
- Li, Jianfei, Ren, L. y Sun, M. (2020). Is there a spatial heterogeneous effect of willingness to pay for ecological consumption? An environmental cognitive perspective. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118259. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118259>.
- Li, Jingru, Zuo, J., Wang, G., He, G. y Tam, V. W. Y. (2020). Stakeholders’ willingness to pay for the new construction and demolition waste landfill charge scheme in Shenzhen: A contingent valuation approach. *Sustainable Cities and Society*, 52(May 2019), 101663. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101663>.
- Lim, S. Y., Lim, K. M. y Yoo, S. H. (2014). External benefits of waste-to-energy in Korea: A choice experiment study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 588–595. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.03.045>.
- Liu, X. y Liu, X. (2016). *Mixed-effects multinomial logit model for nominal outcomes. Methods and Applications of Longitudinal Data Analysis*. Higher Education Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801342-7.00011-3>.
- Mcfadden, D. (1974). Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. En P. Zarembka (Ed.). *Frontiers in Econometrics*. Academic Press.
- Nembrini, S., Ceretti, E., Gelatti, U., Castaldi, S., Schulz, P. J., Levaggi, R., Covolo, L. (2020). Willingness to pay for risky lifestyles: results from the Pay for Others (PAY4O) study, Italy. *Public Health*, 182, 179–184. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2020.01.022>.
- Pek, C. y Jamal, O. (2011). A choice experiment analysis for solid waste disposal option: A case study in Malaysia. *Journal of Environmental Management*, 92(11), 2993–3001. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.07.013>.
- Peltola, T., Aarikka-Stenroos, L., Viana, E. y Mäkinen, S. (2016). Value capture in business ecosystems for municipal solid waste management: Comparison between two local environments. *Journal of Cleaner Production*, 137, 1270–1279. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.168>.
- Pettigrew, S. M., Pan, W. K., Berky, A., Harrington, J., Bobb, J. F. y Feingold, B. J. (2019). In urban, but not rural, areas of Madre de Dios, Peru, adoption of a Western diet is inversely associated with selenium intake. *Science of the Total Environment*, 687, 1046–1054. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.484>.
- Quispe, R. F. (2017). *Evaluación de la concentración de metales pesados (cromo, cadmio y plomo) en los sedimentos superficiales en el río Coata, 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano de Puno]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4787>.
- Rai, R. K., Bhattarai, D. y Neupane, S. (2019). Designing solid waste collection strategy in small municipalities of developing countries using choice experiment. *Journal of Urban Management*, 83, 386–395. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2018.12.008>.
- Sáez, A. y Urdaneta, J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia Año*, 20(3), 121–135.
- Song, Q., Li, J. y Zeng, X. (2014). Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy. *Journal of Cleaner Production*, 104, 199–210. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.027>.



- Taşkın, A. y Demir, N. (2020). Life cycle environmental and energy impact assessment of sustainable urban municipal solid waste collection and transportation strategies. *Sustainable Cities and Society*, 61(February). <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102339>.
- Tayeh, R. A., Alsayed, M. F. y Saleh, Y. A. (2021). The potential of sustainable municipal solid waste-to-energy management in the Palestinian Territories. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123753. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123753>.
- Thomas, C. y Sharp, V. (2013). Understanding the normalisation of recycling behaviour and its implications for other pro-environmental behaviours: A review of social norms and recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 79, 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.04.010>.
- Tianyu, J. y Meng, L. (2020). Does Education Increase Pro-Environmental Willingness to Pay? Evidence from Chinese Household Survey. *Journal of Cleaner Production*, 275, 122713. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122713>.
- Train, K. E. (2003). *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge University Press. Cambridge. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511753930>.
- Tumi, J. y Escobar-Mamani, F. (2018). Incidencia de factores sociales y políticos en la inversión ambiental del Gobierno Regional de Puno - Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(2), 235–250. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.367>.
- Valladares, C. y Boelens, R. (2019). Mining for Mother Earth. Governmentalities, sacred waters and nature's rights in Ecuador. *Geoforum*, 100(January), 68–79. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.02.009>.
- Wang, W. y You, X. (2021). Benefits analysis of classification of municipal solid waste based on system dynamics. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123686. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123686>.
- Wilson, C. D. H. y Williams, I. D. (2007). Kerbside collection: A case study from the north-west of England. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(2), 381–394. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2007.02.006>.
- Zotos, G., Karagiannidis, A., Zampetoglou, S., Malamakis, A., Antonopoulos, I. S., Kontogianni, S. y Tchobanoglous, G. (2009). Developing a holistic strategy for integrated waste management within municipal planning: Challenges, policies, solutions and perspectives for Hellenic municipalities in the zero-waste, low-cost direction. *Waste Management*, 29(5), 1686–1692. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.11.016>.