

Valoración económica de los efectos de la contaminación por vertido de residuos sólidos urbanos. El caso del aglomerado urbano del Gran Mendoza, Argentina

Economic valuation of the pollution effects of dumping municipal solid waste. The case of the urban agglomeration of Gran Mendoza, Argentina

Verónica Farreras⁰¹, Carolina Lauro⁰²

RESUMEN

En América Latina, la mayoría de los sitios de disposición final de los residuos sólidos urbanos carece de la infraestructura necesaria para controlar adecuadamente la contaminación que produce la basura enterrada. En este trabajo se estima, en términos monetarios, el cambio en el bienestar social por los posibles efectos que estos sitios imponen al medio ambiente. Se aplicó el método de los experimentos de elección discreta para estimar el valor que tiene para los ciudadanos del Gran Mendoza (Argentina) los efectos del vertido sobre la calidad del agua, calidad del aire y la proliferación de vectores. Se estimó que una disminución de la calidad del agua, efecto del vertido que más preocupa a la población, equivale en términos de pérdida de bienestar por hogar a un gasto promedio anual de 182,49 pesos argentinos (20,48 dólares estadounidenses) a precios de 2015. Esta información puede ser de interés para los administradores de la gestión integral de RSU, gestores del territorio y ecologistas en el diseño de sus programas y actividades. CC BY-NC-SA Gestión y Ambiente (2016).

PALABRAS CLAVE: residuos urbanos; método de los experimentos de elección discreta; bienestar social; calidad del agua; calidad del aire; enfermedades transmitidas por vectores.

ABSTRACT

Most municipal solid waste (MSW) landfills in Latin America lack the infrastructure for proper pollution control. This paper estimates the social welfare effects of possible environmental impacts of waste landfills. The discrete choice experiment was applied to elicit social values for the effects of MSW dumping on water quality, air quality and proliferation of vectors in the agglomeration of Gran Mendoza (Argentina). A decrease in water quality –the impact of MSW dumping that the population is most concerned about– was estimated to cost each household 182.49 Argentinean pesos (United States Dollar 20.48) on average per year in terms of welfare loss (2015 value). This information may be useful for policy makers and environmental managers in the design of their programs and activities. CC BY-NC-SA Gestión y Ambiente (2016).

KEY WORDS: urban wastes; discrete choice experiments; social welfare; water quality; air quality; vector-borne diseases.

1 Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo; Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Mendoza, Argentina. vfarreras@mendoza-conicet.gob.ar

2 Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Mendoza, Argentina

Introducción

Los sitios de disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU) son un eslabón clave en la gestión sustentable de la basura que se produce en las ciudades (Bernache, 2012). Sin embargo, en América Latina, la mayoría de estos sitios carece de las instalaciones necesarias para controlar adecuadamente la contaminación que produce la basura enterrada y, por lo tanto, su impacto ambiental y los efectos externos sobre el bienestar de la población.

Conocer el valor que tiene para la sociedad los efectos externos que el vertido de los RSU impone al medio ambiente podría constituir un aspecto clave para modificar su gestión con el fin de incrementar el bienestar social. Si la sociedad, por ejemplo, pudiera mediar para mitigar los efectos de la contaminación que producen los grandes entierros de basura municipal, ¿qué operación de manejo en el tratamiento de los residuos debería recibir mayor prioridad? Asimismo, ¿cuál es la máxima cantidad de dinero que la sociedad estaría dispuesta a pagar por medidas de prevención y control de la contaminación por acumulación y entierro de basura? Estas son preguntas que la valoración económica es capaz de responder. La valoración económica permite expresar en términos monetarios los cambios en el nivel de bienestar de las personas por un incremento o disminución en la cantidad y/o calidad de un bien.

El uso de métodos de valoración económica es una práctica frecuente y muy extendida en la valoración de cambios ambientales (Haab y Mcconnell, 2002; Freeman et al., 2014); sin embargo, no tenemos conocimiento de estudios de valoración en América Latina que traten explícitamente con los efectos externos que los sitios de disposición final de RSU imponen al medio ambiente, vía la menor provisión de bienes y servicios ambientales. Entre los estudios más cercanos podemos citar a Agüero et al. (2005) quienes aplican el método de valoración contingente para estimar el cambio en el nivel de bienestar de los habitantes de la ciudad de Salta (Argentina) por una mejora en el sistema de gestión de los RSU. También mediante el método de valoración contingente, Basset et al. (2009) estiman la disposición a pagar (DAP) de los residentes de Talca (Chile) por un cambio en el servicio de recolección de los residuos domiciliarios.

Otros estudios relacionados tratan con programas de reciclaje de RSU en la región. Ejemplo de ello son las investigaciones realizadas por Ibararán et al. (2003) en Cholula (México), Valdivia-Alcalá et al. (2012) en Texcoco (México) y Saidón (2012) en Quilmes (Argentina), en las cuales a través del método de valoración contingente se infiere el cambio en el nivel de bienestar de la población por la implementación de programas de separación y tratamiento diferenciado de residuos.

El objetivo de nuestro trabajo es estimar el valor que tiene para los ciudadanos del Gran Mendoza (Argentina), los efectos externos que provoca el vertido de los RSU sobre el medio ambiente –vía la menor provisión de bienes y servicios ambientales– y la DAP por medidas de prevención y control de la contaminación que podrían mitigar dichos efectos. En la presente investigación se propone utilizar el método de los experimentos de elección discreta, un método de valoración consistente con la teoría económica del bienestar (Unsworth y Bishop, 1994; Jones y Pease, 1997; Bennett y Blamey, 2001). Con este método, el valor de los efectos externos del vertido de RSU sobre el medio ambiente puede expresarse en unidades monetarias o en cualquiera de las unidades de los bienes y servicios ambientales incluidos en este estudio. Los resultados obtenidos pueden ser de especial interés para los administradores de la gestión integral de RSU, gestores del territorio y ecologistas en el diseño de sus programas y actividades.

Materiales y métodos

Área de estudio

En el centro-oeste de la Argentina sobre el faldeo oriental de la precordillera y piedemonte, se encuentra el aglomerado urbano del Gran Mendoza, el cual comprende seis municipios: Capital Mendoza, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Luján de Cuyo y Maipú (Figura 1).

De acuerdo con el último Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda en Argentina realizado en el año 2010, el aglomerado urbano del Gran Mendoza, cuarto a nivel país según la cantidad de habitantes, registró una población total de

937.154 habitantes (INDEC, 2012), los cuales generan aproximadamente 519 toneladas/día de RSU y 15.594 toneladas/mes. Del total de los residuos generados en el aglomerado el 91% (14.214 toneladas/mes) se dispone en instalaciones inadecuadas debido a un control parcial o deficiente de la contaminación generada por la acumulación y entierro de basura (Fundación Universidad Tecnológica Regional Mendoza, 2004). Esto ha generado que, en los últimos años, se hayan reportado casos específicos de vertederos con problemas de contaminación no controlada por las operaciones de manejo en el tratamiento de los RSU.

En el año 2009, la red ambiental OIKOS denunció ante una fiscalía de Delitos Complejos la grave situación que el basural a cielo abierto de la zona de Puente de Hierro, Guaymallén (Figura 1) generaba por la presencia de residuos patológicos que, además de ser un potencial riesgo para la salud de los recolectores urbanos, contaminaban los cauces de riego lindantes (Títiro, 2009). En el mismo tenor se

encuentra el vertedero El Pozo (Figura 1), uno de los basurales a cielo abierto más grandes del oeste argentino localizado en el municipio de Godoy Cruz, denunciado en numerosas ocasiones en medios gráficos y digitales por no cumplir con los requisitos mínimos para prevenir y controlar la contaminación por vertido de basura (Mannino, 2015). Un aspecto preocupante relacionado con este último es que el mismo se aloja sobre la cuenca del arroyo Maure con nacimiento en una importante zona de recarga de la precordillera mendocina. Al tratarse de un área aluvional, el cauce del arroyo Maure está controlado por un dique aluvional, donde aguas abajo, luego de bordear el basural, atraviesa la zona urbana de Godoy Cruz desembocando en el colector general, canal Cacique Guaymallén, recorriendo e irrigando el oasis a su paso (Grünwaldt et al., 1994, Abraham et al., 2005).

También, en numerosas ocasiones, los medios de comunicación se han hecho eco del disgusto de los vecinos por las quemadas incontroladas de basura en

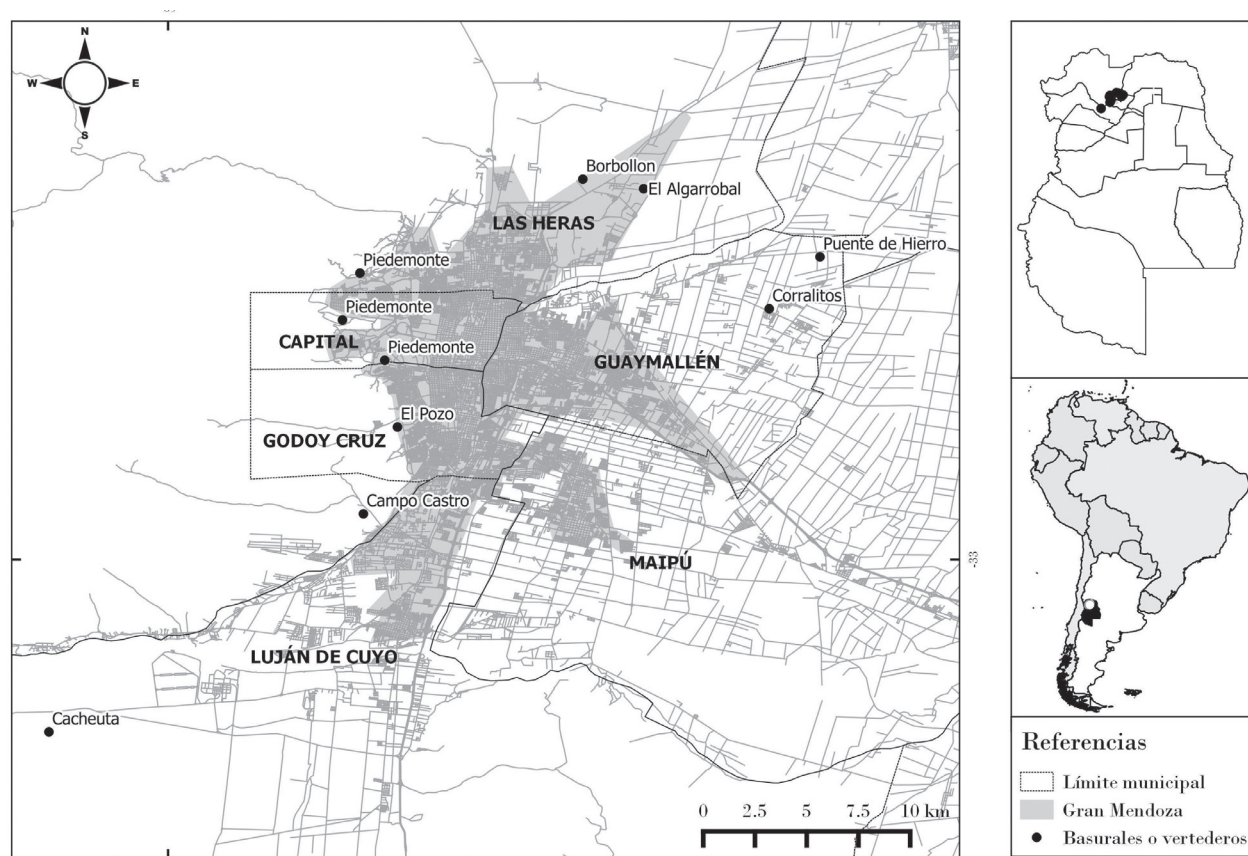


Figura 1. Sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos del aglomerado urbano del Gran Mendoza (Argentina) para el año 2015.

micro basurales a cielo abierto situados en los municipios de Capital Mendoza, Guaymallén, Las Heras y Luján de Cuyo.

Hace poco más de dos años, los municipios de Capital, Godoy Cruz, Guaymallén trasladan la mayoría de sus residuos al vertedero El Borbollón ubicado en el municipio de Las Heras, lo que ha permitido disminuir el vertido municipal en basurales a cielo abierto como El Pozo y Puente de Hierro (Figura 1). Sin embargo, a pesar de haberse constituido El Borbollón en el sitio “oficial” de entierro de basura municipal, no está impermeabilizado y no cuenta con sistemas de recolección de gases o efluentes generados por la propia basura experimentando problemas de control de biogás y lixiviados (Fundación Universidad Tecnológica Regional Mendoza, 2004).

Desde hace un par de décadas que se nos advierte sobre los efectos que los sitios de disposición final imponen al medio ambiente (Breen, 1990; Restrepo et al., 1991). Impactos ambientales como la disminución de la calidad del agua (El-Fadel et al., 1997; Israde-Alcántara et al., 2005; Espinosa et al., 2010), disminución de la calidad del aire (El-Fadel et al., 1997; Bonmati, 2008) e incremento de casos de enfermedades transmitidas por vectores (Giusti, 2009; Plaza y Zapata, 2011) son tres de los efectos más pronunciados y socialmente preocupantes de la contaminación de los grandes entierros de basura municipal sobre la salud y calidad de vida de la población.

En base a los resultados de los estudios anteriormente mencionados sobre los impactos ambientales de los sitios de disposición final, casos específicos de vertederos con problemas de contaminación reportados en el Gran Mendoza y consultas a expertos, se definió para el Gran Mendoza el escenario ambiental “más probable” o el caso base para que dentro de 30 años en términos de calidad del agua, calidad del aire y casos de enfermedades transmitidas por vectores, referenciado como *Business-As-Usual* (BAU) o *status quo*.

Para estas variables consideradas se establecieron cambios en los niveles medios actuales. Estos posibles cambios o efectos de la contaminación por acumulación y entierro de basura que se esperan para dentro de 30 años se estimaron en base a una tasa de crecimiento de los RSU de un 36% en el Gran Mendoza –una cifra proyectada para el año

2045 considerando únicamente la tendencia del crecimiento poblacional y su relación directa con la generación de basura (SAyDS, 2005)–, un cambio en la composición de los residuos que dificulta su degradación natural (Delfin-Alcalá y Durán-de-Bazúa, 2003; Cruz-Sotelo et al., 2013) y la carencia de políticas activas destinadas a atender la problemática en el tratamiento de los RSU (Fundación Universidad Tecnológica Regional Mendoza, 2004).

Método de los experimentos de elección discreta

El método de los experimentos de elección discreta es un método de valoración económica que mediante cuestionarios simula el mercado del bien a valorar (Bennett y Blamey, 2001; Hanley et al., 2001). El cuestionario detalla el bien de interés, sus características o atributos y en particular los cambios que, dependiendo de la acción propuesta, pueden ocurrir en los niveles de estos últimos. Las diferentes combinaciones entre los niveles de los atributos junto con un pago propuesto conforman las alternativas, las cuales se agrupan en lo que se denomina conjunto de elección. A las personas entrevistadas se les presenta el conjunto de elección que usualmente consta de la situación BAU y de dos o más alternativas. Habitualmente, se les pide que seleccionen la alternativa preferida, aunque otras variantes son posibles. Por lo general, una persona se enfrenta a sucesivos conjuntos de elección durante la entrevista.

El fundamento teórico del método de los experimentos de elección discreta reside en la teoría de la utilidad aleatoria (McFadden, 1973), lo que permite proporcionar medidas de bienestar consistentes con la teoría económica del consumidor. Bajo este marco conceptual, la función de utilidad indirecta o bienestar individual de cada persona entrevistada se representa como:

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

donde U_{ij} es la utilidad que le reporta al individuo i la alternativa j contenida en un conjunto de elección, V_{ij} es la componente sistemática u observable de la utilidad y ε_{ij} es un componente aleatorio Gumbel independiente e idénticamente distribuido (iid) que recoge todo aquello que influye en la decisión individual pero que no puede ser observado por el

investigador (Manski, 1977). Ello también puede ser escrito como:

$$U_{ij} = \beta'_i x_{ij} + \varepsilon_{ij}, \quad (1)$$

donde x_{ij} denota un vector de variables explicativas compuesto por atributos que describen la alternativa j y por características socioeconómicas (edad, género, ingreso, municipio de residencia, etc.) que describen al individuo i , mientras que β'_i es un vector de coeficientes que representa las preferencias del individuo i .

La condición de que cualquier individuo i prefiera la opción j a cualquier otra opción alternativa k , ambas pertenecientes al conjunto de elección C , puede ser expresada como la probabilidad de que la utilidad asociada a la alternativa j exceda la utilidad asociada a cualquier otra alternativa. Formalmente,

$$P_{ij} = P\{\beta'_i x_{ij} + \varepsilon_{ij} > \beta'_i x_{ik} + \varepsilon_{ik}, \forall k \neq j \in C\}$$

Las probabilidades de elección pueden ser estimadas econométricamente utilizando diferentes modelos. Uno de los más frecuentemente utilizados es el modelo Mixed Logit (ML), el cual permite modelar heterogeneidad en las preferencias de los individuos, correlación entre los factores no observados a lo largo del tiempo y patrones de sustitución no restringidos (Train, 2003; Orro y García, 2004).

La formulación de la probabilidad de elección del modelo ML más directa y más ampliamente utilizada en aplicaciones recientes se basa en coeficientes aleatorios (Train, 1998, McFadden y Train, 2000, Train, 2003). La utilidad se especifica como en la ecuación 1, donde los coeficientes β_i varían entre los entrevistados de la población con una densidad $f(\beta)$, representando las preferencias individuales de los entrevistados (permitiendo con ello la presencia de heterogeneidad en las preferencias). Esta densidad es una función de los parámetros θ que representan la media y la covarianza de las β 's en la población. La forma más adecuada para referirse a esta densidad es $f(\beta|\theta)$ y puede ser especificada como normal, lognormal, uniforme, triangular o cualquier otra distribución.

El individuo conoce el valor de su propia β_i y de las ε_{ij} 's para toda alternativa j y elige la alternativa que le reporta la mayor utilidad. El investigador

observa las x_{ij} 's pero no β_i o los ε_{ij} 's. Por lo tanto, la probabilidad de elección puede expresarse como,

$$P_{ij} = \int L_{ij}(\beta) f(\beta|\theta) d\beta, \quad (2)$$

donde $L_{ij}(\beta)$ es la probabilidad *condicionada* sobre β :

$$L_{ij}(\beta) = \frac{e^{\beta'_i x_{ij}}}{\sum_k e^{\beta'_i x_{ik}}}$$

La probabilidad de elección de la ecuación 2 se aproxima mediante simulación. Para cualquier valor dado de θ , se extrae aleatoriamente un valor β^r de $f(\beta|\theta)$ y, luego con β^r , se calcula $L_{ij}(\beta^r)$. Este proceso se repite muchas veces y se promedian los resultados. Este promedio es la probabilidad simulada (Hensher y Greene, 2001),

$$SP_i = SP(U_i > U_k) = \left(\frac{1}{R}\right) \sum_{r=1}^R L_{ij}(\beta^r),$$

donde R es el número de valores extraídos aleatoriamente usados en la simulación, β^r es el r -ésimo valor extraído y SP_i es la probabilidad simulada de que cualquier individuo prefiera la alternativa j en el conjunto de elección a cualquier alternativa k .

Las probabilidades simuladas se insertan en la función log-verosimilitud para calcular una log-verosimilitud simulada:

$$SLL = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^K d_{ik} \ln SP_i,$$

donde $d_{ik} = 1$ si el individuo i selecciona la alternativa j y cero en caso contrario. El estimador de máxima verosimilitud simulada es el valor de θ que maximiza SLL (Train, 1999).

En un modelo aditivo lineal, obtenidas las estimaciones de los parámetros, el promedio de la máxima DAP de los individuos por un cambio marginal en cada atributo puede ser estimada a partir de la siguiente relación de coeficientes,

$$DAP = -\beta_n / \beta_m, \quad (3)$$

donde β_n es el coeficiente del atributo físico de interés y β_m representa el coeficiente del atributo monetario o pago (Hensher et al., 2005). Este valor refleja la media de la DAP de la población por un cambio marginal del atributo físico de interés expresada, en

Tabla 1. Atributos y niveles empleados en la valoración económica de los efectos de la contaminación por vertido de RSU en el aglomerado urbano del Gran Mendoza (Argentina).

Atributo	Definición	Nivel	Descripción			
			Doméstico	Agrícola	Industrial	Recreativo
Calidad del agua	Nivel medio de la calidad del agua que se espera para dentro de 30 años en el Gran Mendoza	Aceptable (nivel actual)				
		Regular				
		Pobre (status quo)				
			Uso con tratamiento	Uso dudoso por riesgo de salud	Uso no apto	

Atributo	Definición	Nivel	Grupo A*	Grupo B†	Grupo C‡
			Calidad del aire	Nivel medio de la calidad del aire que se espera para dentro de 30 años en el Gran Mendoza	Aceptable
		Regular (nivel actual)			
		Pobre (status quo)			
			Cuestiones de salud poco serias (tos, alergias, dolor de cabeza)	Cuestiones de salud más o menos serias (bronquitis, asma, sinusitis)	Cuestiones de salud serias (enfisema, cáncer, defectos de nacimiento)

* Colectivo de personas que trabajan o viven cerca de vertederos o basurales. † Grupos sensibles de la población como: ancianos, niños, mujeres embarazadas, personas con enfermedades cardíacas o respiratorias. ‡ Resto de la población.

Atributo	Definición	Nivel	Descripción
Casos de enfermedades transmitidas por vectores	Porcentaje promedio de casos de gastroenteritis que se espera que afecte a personas que trabajan o viven cerca de los vertederos o basurales en 30 años en el Gran Mendoza.	10 casos de cada 100	
		20 casos de cada 100 (nivel actual)	
		40 casos de cada 100 (status quo)	
Pago anual#	Pago anual por hogar en pesos argentinos en moneda de 2015 (sujeto a un ajuste por inflación) destinado a financiar medidas de prevención y control de la contaminación en los vertederos.	<ul style="list-style-type: none"> • 450 pesos argentinos • 325 pesos argentinos • 215 pesos argentinos • 0 pesos argentinos (status quo) 	

Tipo de cambio promedio marzo-junio (otoño) de 2015 = 1 dólar estadounidense igual a 8,91 pesos argentinos.

nuestro caso, en pesos argentinos anuales a precios de 2015 sujetos a un ajuste por inflación.

Conjuntos de elección

Los conjuntos de elección incluyeron los siguientes atributos: (1) calidad del agua, (2) calidad del aire, (3) casos de enfermedades transmitidas por vectores y (4) un pago anual –atributo monetario– para financiar medidas de prevención y control de la contaminación en los basurales o vertederos que podrían mitigar simultáneamente los cambios en la calidad del agua, calidad del aire y casos de enfermedades transmitidas por vectores.

Cada atributo físico presentó tres niveles (Tabla 1). Los niveles para el atributo calidad de agua se repartieron entre los valores medios esperados bajo la situación BAU o *status quo* y el valor medio actual. Mientras que los niveles para los otros dos atributos físicos –calidad del aire y casos de enfermedades transmitidas por vectores– fueron distribuidos entre los valores medios esperados en la situación BAU y un valor medio superior al valor medio actual.

Los niveles de la situación BAU podrían ser alcanzados en 30 años como consecuencia del incremento de la tasa de crecimiento de los RSU, cambio en su composición y ausencia de políticas activas destinadas a atender la problemática en el tratamiento de los mismos; mientras que el resto de los niveles podrían alcanzarse en 30 años en caso de aplicarse medidas de prevención y control de la contaminación en los basurales o vertederos.

La Tabla 1 muestra la definición de cada uno de los atributos junto con la descripción de sus respectivos niveles. Cuatro sesiones de trabajo con grupos reducidos de residentes del Gran Mendoza se llevaron a cabo durante el proceso de diseño del experimento de elección. La información obtenida en las diferentes sesiones de trabajo contribuyó con la descripción de cada uno de los atributos y de sus respectivos niveles.

En el caso del primer atributo físico –calidad del agua– los participantes de las diferentes sesiones de trabajo relacionaron los niveles más altos de calidad del recurso con la posibilidad de que el mismo pudiera ser utilizado en una mayor cantidad de posibles usos. Asimismo, identificaron: la pérdida de aptitud del recurso para uso humano como el efecto

más preocupante de la contaminación por acumulación y entierro de basura sobre la calidad del agua. En consecuencia, sin recurrir directamente a índices de calidad o medidas objetivas similares, los niveles de calidad del agua se describieron mediante la aptitud del recurso para ser utilizado en los siguientes posibles usos: (i) doméstico, (ii) agrícola, (iii) industrial y (iv) recreativo. Para definir dichos niveles se utilizaron las medidas o límites aconsejables para los posibles usos del agua del índice de calidad del agua de Dinius (1987).

Con respecto al segundo atributo físico –calidad del aire– los participantes señalaron: el deterioro de la salud de la población como el efecto más alarmante de los gases y humos tóxicos liberados a la atmósfera desde los vertederos. Asimismo, los participantes declararon que no necesariamente la contaminación del aire por acumulación y entierro de basura afecta a toda la población en su conjunto. También indicaron que la severidad de los problemas de salud que podían padecer los afectados dependía de ciertas condiciones como, por ejemplo, la edad de las personas, su estado físico o si las mismas, trabajaban o vivían cerca de los vertederos. A partir de esta información, los niveles de la calidad del aire se describieron mediante la severidad de las cuestiones de salud que pueden afectar a los siguientes grupos de población: (i) Grupo A o colectivo de personas que trabajan o viven cerca de vertederos o basurales; (ii) Grupo B o grupos sensibles de la población –ancianos, niños, mujeres embarazadas, personas con enfermedades cardíacas o respiratorias– y (iii) Grupo C o resto de la población como personas que no pertenecen a los grupos anteriores. Para definir los niveles, se utilizaron los estándares de calidad del aire tendientes a proteger la salud de la población establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA, 2003).

En tanto que para el tercer atributo físico –casos de enfermedades transmitidas por vectores– los participantes identificaron como las enfermedades más comunes transmitidas por vectores aquellas relacionadas con los trastornos intestinales. También en este caso indicaron que las personas que trabajan o viven cerca de los vertederos presentan una mayor probabilidad de contraer dichas enfermedades que el resto de la población. Por lo tanto, los niveles de

este atributo se describieron en base al número de casos de gastroenteritis que de cada 100 casos afectan, en promedio, a personas que trabajan o viven cerca de los vertederos o basurales. Los niveles se definieron a partir de la tasa promedio de enfermedades intestinales del colectivo de personas que trabajan y/o habitan cerca de un vertedero (Ministerio de Salud Desarrollo Social y Deportes, 2015).

Por su parte, el atributo monetario se describió como un pago anual sujeto a un ajuste por inflación para financiar medidas de control y prevención de la contaminación que podrían mitigar simultáneamente los efectos del vertido sobre el medio ambiente. El atributo monetario presentó cuatro niveles (Tabla 1), los cuales se definieron a partir de un ejercicio piloto en el que los participantes declararon lo máximo que estarían dispuestos a pagar por diferentes escenarios, los cuales fueron diseñados a partir de la información recogida en las diferentes sesiones de trabajo.

Después de consolidar los atributos y sus niveles, se empleó el diseño factorial completo para determinar todas las posibles combinaciones entre los niveles de los diferentes atributos o alternativas (Louviere, 1988). Se obtuvieron 24 ($2^3 \times 3^1$) alternativas, excluyendo los niveles de BAU. El 2^3 corresponde a tres atributos con dos niveles cada uno y el 3^1 a un atributo con tres niveles. Los niveles de la situación BAU o *status quo* no fueron considerados en el diseño debido a que el *status quo* no varía. Las alternativas fueron agrupadas de forma aleatoria en ocho bloques de tres alternativas más BAU. Cada bloque de cuatro alternativas corresponde a un conjunto de elección. Se presentaron tres diferentes conjuntos de elección a cada persona entrevistada. Dado el tamaño de la muestra, cada conjunto de elección fue visto en toda la muestra, en promedio, por 69 entrevistados. En cada conjunto de elección, se les pedía a los entrevistados que seleccionaran su alternativa preferida. La Figura 2 reproduce uno de los conjuntos de elección presentados a los entrevistados.

Finalmente, el diseño del experimento de elección se validó con un ejercicio piloto donde se comprobó que las combinaciones aleatorias de los niveles de los atributos presentadas en los diferentes conjuntos de elección fueron percibidas como razonables y no

presentaban problemas de credibilidad ni de comprensión por parte de los participantes.

Cuestionario, muestra y obtención de datos

El cuestionario se estructuró en tres partes. La parte inicial se dedicó a presentar los atributos a ser valorados, así como la forma de provisión de los mismos, las condiciones y medios de pago. En esta parte se mostró el cambio esperado para dentro de 30 años. Para ello, se describió el nivel medio actual de cada uno de los atributos físicos junto con una estimación del nivel medio que cada uno de ellos podría alcanzar en 30 años bajo la situación BAU.

De esta manera, el cuestionario comenzó presentando el cambio esperado para dentro de 30 años para los tres atributos físicos. A continuación, a las personas entrevistadas se les explicó que la aplicación de medidas de prevención y control de la contaminación en los basurales o vertederos para la situación de *status quo* podría ser modificada. Dos niveles alternativos a los niveles del *status quo* fueron ofrecidos para cada atributo físico aclarando que el nivel final alcanzado de cada uno de los atributos dependería de la cantidad de dinero destinado a financiar dichas medidas.

A continuación y con la finalidad de familiarizar a las personas entrevistadas con los niveles de los atributos físicos, se les pidió que para cada atributo, se eligiera el preferido de tres niveles posibles, sin importar el costo de la medida que permitiera alcanzarlo. De esta manera, se podía detectar si el atributo para la persona, al momento de la entrevista, tenía un valor positivo o negativo y si las elecciones realizadas posteriormente en el ejercicio de valoración eran consistentes.

Una vez presentados los atributos físicos, se introdujo el atributo monetario. A las personas entrevistadas se les comentó que la administración provincial, junto con los municipios del Gran Mendoza y un equipo de científicos de la universidad, estaban estudiando un programa de inversiones que permitiría disminuir la cantidad de basura acumulada y enterrada en los vertederos, al tiempo que, los acondicionaría con infraestructura, recursos y tecnología transformándolos en sitios seguros al prevenir y controlar, de manera integral, la contaminación



Figura 2. Ejemplo de un conjunto de elección presentado en el experimento de elección discreta.

por acumulación y entierro de basura. Se les comentó, además, que si la mayoría de las personas entrevistadas estaban dispuestas a financiar el programa, el pago sería obligatorio para toda la población del Gran Mendoza y que, en caso que se decidiera no pagar, el programa no se llevaría a cabo. Además, se les informó que la cantidad de dinero destinada a financiar dicho programa sería decidida por ellas y las demás personas que realizasen la encuesta. En caso de llevarse a cabo el programa, el pago sería recaudado por la municipalidad a través de sus tasas de forma anual durante 30 años.

La parte central del cuestionario presentó los conjuntos de elección a los participantes. Cada conjunto de elección contenía cuatro alternativas una de las cuales correspondía a la situación BAU o *status quo*. A continuación, a las personas entrevistadas se les pedía que seleccionasen del conjunto de elección la alternativa preferida. Además, en esta parte del cuestionario se introdujeron algunas preguntas de *debriefing* que recogían las razones de la elección realizada por el entrevistado.

La tercera y última parte del cuestionario fue diseñada para recoger datos socioeconómicos tal como

la edad, ingresos, nivel de estudios con la finalidad de analizar la relación entre las preferencias de los entrevistados por el programa y sus características socioeconómicas.

Las encuestas se realizaron en otoño de 2015. Una muestra representativa de residentes del Gran Mendoza fue entrevistada cara a cara en sus hogares. La cantidad total de personas entrevistadas fue de 207 entre 24 y 80 años de edad. La muestra incluyó residentes de los municipios de Capital Mendoza, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Luján, Maipú. El número de entrevistas realizadas en cada uno de los seis municipios fue proporcional al tamaño de su población. Se entrevistó en bloques de seis individuos. La selección de los individuos dentro de un bloque siguió un procedimiento de rutas aleatorias para seleccionar el hogar, y luego cuotas de edad y de género para seleccionar un individuo en particular. Todos los entrevistados completaron las tareas de elección, resultando en 621 observaciones válidas (tres conjuntos de elección por persona). En términos de edad y género, las composiciones de la muestra y de la población fueron relativamente similares (Tabla 2).

Tabla 2. Composición de la muestra y de la población del Gran Mendoza.

Género y grupos de edad por género	Población del Gran Mendoza [‡] (%)	Muestra (%)
Total mujeres	52,73	53,62
24 – 35	16,55	16,43
36 – 49	14,71	14,98
50 – 65	13,92	13,04
66 – 75	5,52	5,80
76 – 80	2,03	3,38
Total varones	47,27	46,38
24 – 35	16,29	15,94
36 – 49	13,49	13,04
50 – 65	11,98	11,59
66 – 75	4,19	4,35
76 – 80	1,32	1,45

[‡] Fuente: INDEC (2012).

El cuestionario fue administrado en papel y leído por el entrevistador. Cada cuestionario se acompañaba de una serie de tarjetas que contenían ayuda visual permitiendo una mayor precisión en la definición y caracterización de los atributos de interés. El tiempo promedio de las entrevistas fue de 30 minutos y no se detectaron signos de fatiga por parte de los participantes.

Resultados

Se estimó un modelo ML para detectar las relaciones entre los niveles de los atributos y la probabilidad de que los entrevistados escogiesen determinadas alternativas. La especificación del modelo ML requiere de ciertas características como la selección de los parámetros –atributos– que se van a considerar aleatorios y la distribución que para ellos se suponga. De este modo, se asumió inicialmente que las preferencias de los entrevistados por los tres atributos físicos eran heterogéneas y seguían una distribución triangular, mientras que las preferencias por el atributo monetario fueron asumidas como homogéneas¹. Sin embargo, sólo el coeficiente de la

1 Dado que, cuando se pidió a los entrevistados que escogiesen el nivel preferido de cada atributo dentro de los niveles

desviación estándar de la distribución asumida para la variable calidad del agua resultó estadísticamente significativo, indicando que los cambios esperados en la calidad de este atributo no eran percibidos ni valorados por los individuos de la muestra de la misma manera. Por el contrario, los coeficientes de las desviaciones estándar de las distribuciones asumidas para los atributos calidad del aire y casos de enfermedades transmitidas por vectores resultaron no estadísticamente significativos, indicando que las preferencias por estos atributos eran homogéneas entre los individuos de la muestra. Estos resultados preliminares reportados en Farreras y Lauro (2015) fueron utilizados para formular la especificación del modelo ML presentado en la Tabla 3.

Como se expone en la Tabla 3, casi todos los coeficientes resultaron estadísticamente significativos con un nivel de confianza de 99% y sus signos consistentes con las expectativas *a priori*. El signo positivo de los coeficientes de calidad del agua y calidad del aire indican que los ciudadanos del Gran Mendoza prefieren los niveles actuales de calidad de agua y de aire a niveles de calidad más bajos. Esto implica que las alternativas con mayores niveles de calidad de agua y de aire tienen mayor probabilidad de ser seleccionadas. Mientras que el signo negativo de los coeficientes de casos de enfermedades transmitidas por vectores y del pago sugiere que alternativas con mayores niveles de estos atributos presentan una menor probabilidad de ser seleccionadas; es decir, niveles más altos de estos atributos disminuyen el bienestar de la población. Por otro lado, el signo positivo de las variables ingreso indica que los entrevistados con mayores niveles de ingresos presentan una menor probabilidad de seleccionar el *status quo*, es decir, presentan una mayor probabilidad de estar dispuestos a pagar por medidas que podrían mitigar simultáneamente los cambios en la calidad del agua, calidad del aire

considerados (como se explicó en la sección del cuestionario, muestra y obtención de datos), los niveles más altos de los atributos, calidad del agua y calidad del aire, y el nivel más bajo del atributo caso de enfermedades transmitidas por vectores fueron los niveles más seleccionados en relación a los otros considerados (es decir, presentaron mayor probabilidad de ocurrencia), se asumió una distribución triangular para cada uno de los atributos.

y caso de enfermedades transmitidas por vectores. Mientras que, el signo negativo de las variables edad indica que los entrevistados de mayor edad presentan una menor probabilidad de seleccionar alternativas distintas al *status quo*.

Con el fin de encontrar la causa de la heterogeneidad de las preferencias por cambios en la calidad del agua se vinculó, en la función de utilidad, al atributo calidad del agua con variables demográficas tales como el nivel de estudios, municipio de

Tabla 3. Estimación del modelo Mixed Logit en la valoración económica de los efectos de la contaminación por vertido de residuos sólidos urbanos en el aglomerado urbano del Gran Mendoza (Argentina).

Variable (atributo)	Coefficiente / (error estándar)
Parámetros aleatorios en las funciones de utilidad	
Calidad del agua	3,514** / (0,779)
Parámetros no aleatorios en las funciones de utilidad	
Calidad del aire	1,364** / (0,163)
Casos de enfermedades transmitidas por vectores	-0,079** / (0,014)
Pago anual	-0,019** / (0,003)
Ingreso 2	2,259** / (0,807)
Ingreso 3	3,286** / (0,848)
Ingreso 4	4,121** / (0,854)
Edad 2	-0,110** / (0,024)
Edad 3	-0,125** / (0,028)
Edad 4	-0,121** / (0,029)
Desviaciones estándar de las distribuciones de los parámetros no aleatorios	
Calidad del agua	3,056** / (0,912)
Heterogeneidad en la media	
Hijos menores de 18 años	0,924* / (0,383)
Municipio de residencia	0,190* / (0,088)
<i>Log likelihood function</i>	-422,78
<i>AIC</i>	1,545
<i>BIC</i>	1,645
<i>Peudo R²</i>	0,459
<i>Observaciones‡</i>	564

Significativo en el nivel del 1% y *significativo en el nivel del 5%. Las estimaciones se obtuvieron utilizando 1.000 valores extraídos aleatoriamente para simular las probabilidades de elección (R). **Variabes: calidad del agua = variable categórica que refleja el nivel medio de la calidad del agua que se espera para dentro de 30 años en el Gran Mendoza (1= Pobre, 2 = Regular, 3 = Aceptable); calidad del aire = variable categórica que expresa el nivel medio de la calidad del aire que se espera para dentro de 30 años en el Gran Mendoza (1= Pobre, 2 = Regular, 3 = Aceptable); casos de enfermedades transmitidas por vectores = variable cuantitativa que muestra el porcentaje promedio esperado para dentro de 30 años de casos de gastroenteritis que afectarán a personas que trabajan o viven cerca de los vertederos o basurales en el Gran Mendoza; pago anual = variable cuantitativa que expresa el pago anual por hogar en pesos argentinos a precios de 2015, sujetos a un ajuste por inflación, destinado a financiar medidas de prevención y control de la contaminación en los vertederos (véase para mayor detalle la Tabla 1); ingreso = variable categórica que refleja el ingreso por hogar neto al mes declarado por el entrevistado, denotando con 2, 3 y 4 la opción específica. La situación BAU o Sin Programa se dejó de lado (véase por ejemplo McFadden, 1973). Los datos de la variable ingreso fueron recolectados utilizando diez rangos de ingreso: Ingreso < 4.701 pesos argentinos, 4.701-7.000, 7.001-9.500, 9.501-12.000, 12.001-14.000, 14.001-18.000, 18.001-24.000, 24.001-30.000, 30.001-40.000 e Ingreso > 40.001 pesos argentinos; edad = variable cuantitativa que refleja la edad en años del entrevistado, denotando con 2, 3 y 4 la opción específica. La situación BAU o Sin Programa se dejó de lado; municipio de residencia = variable categórica que refleja el municipio de residencia del entrevistado (1 = Capital Mendoza, 2 = Godoy Cruz, 3 = Guaymallén, 4= Las Heras, 5 = Luján de Cuyo, 6 = Maipú); hijos menores de 18 años = variable dicotómica que refleja si los entrevistados, al momento de la encuesta, tenían hijos menores de 18 años (0 = Sin hijos, 1 = Con hijos).

‡El 10% de los entrevistados seleccionaron la opción de *status quo* (pago anual = 0 pesos), justificando su elección con una razón diferente al motivo de falta de valor de los atributos considerados en el estudio. Estos casos de protesta no fueron tenidos en cuenta en el análisis debido a que los entrevistados, probablemente, tendrían una DAP positiva y tomarla como cero llevaría a subestimar la verdadera DAP. Razón por la cual, se utilizó un subconjunto de 188 entrevistados para el análisis cuantitativo.

residencia, si el entrevistado tenía hijos menores de 18 años al momento de la encuesta y demás información adicional de las personas entrevistadas.

De todas las variables demográficas consideradas, sólo las variables hijos menores de 18 años y municipio de residencia resultaron estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95% (Tabla 3). Este resultado, por una parte, sugiere que las personas con hijos menores de 18 años perciben y valoran de diferente manera los cambios en la calidad del agua. El signo positivo del coeficiente de la variable hijos indica que las personas con hijos menores de 18 años presentan mayor probabilidad de seleccionar alternativas con mayores niveles de calidad del agua. Con respecto a la variable municipio de residencia, el resultado revela que los cambios esperados en la calidad del agua no son percibidos ni valorados de la misma manera entre residentes de los distintos municipios del Gran Mendoza.

La bondad de ajuste del modelo se basa en el pseudo- R^2 de McFadden (McFadden, 1973). El poder explicativo del modelo es adecuado de acuerdo con las normas condicionales (Hensher y Johnson, 1981).

La DAP estimada por un cambio marginal –valor marginal– en cada atributo se muestra en la Figura 3. Todos los valores reflejan la media de la DAP de la población del Gran Mendoza por un cambio marginal en cada atributo con un intervalo de confianza del 95%, expresada en pesos argentinos anuales a precios de 2015 sujetos a un ajuste por inflación. El valor marginal de cada atributo se puede inferir en base a los coeficientes estimados del modelo ML (Tabla 3) a partir de la ecuación 3. Por tanto, un ciudadano del Gran Mendoza por evitar una disminución de un nivel en la calidad del agua (de aceptable a regular, Tabla 1) está dispuesto a pagar a partir de ahora y durante 30 años, en promedio, como máximo por hogar 182,49 (96,94; 291,50) pesos argentinos [20,48 (10,88; 32,72) dólares estadounidenses] al año. Del mismo modo, está dispuesto a pagar por evitar una disminución en un nivel de la calidad del aire (de regular a pobre, Tabla 1), en promedio, al año como máximo por hogar 70,85 (52,38; 101,13) pesos argentinos [7,95 (5,88; 11,35)

dólares estadounidenses] a partir de ahora y durante 30 años y 4,11 (2,63; 6,33) pesos argentinos [0,46 (0,30; 0,71) dólares estadounidenses], en promedio, por hogar al año a partir de ahora y durante 30 años por evitar un incremento en un caso adicional de gastroenteritis (de 20 a 21, Tabla 1) que afecte a las personas que trabajan o viven cerca de los basurales o vertederos. Los intervalos de confianza se calcularon utilizando el procedimiento de Krinsky y Robb (1986) con 2.000 repeticiones.

Por otro lado, el valor social de los cambios discretos esperados si no se aplicaran o si sólo se aplicaran medidas parciales de prevención y control de la contaminación puede inferirse a partir de los valores marginales estimados. Suponiendo una elasticidad precio unitario de la demanda, el cambio discreto esperado en cada atributo –expresado en las unidades con las que el atributo se ingresó a la regresión– podría ser multiplicado por su valor marginal estimado. Por ejemplo, de acuerdo con la percepción de los entrevistados, el incremento en el bienestar que, en promedio, ellos experimentarían como resultado de una mejora en la calidad del aire (de regular a aceptable, Tabla 1) debido a la implementación de medidas de prevención y control de la contaminación en los vertederos es, en promedio, equivalente en término de bienestar a la pérdida que ellos experimentarían después de un incremento en, aproximadamente, diecisiete puntos porcentuales de casos gastroenteritis que afectan al colectivo de personas que trabajan o viven cerca de los vertederos o basurales (Tabla 1).

Del mismo modo, incrementos en la cantidad de RSU a una tasa de crecimiento diferente al 36% pueden ser considerados; por lo tanto, otros posibles escenarios pueden ser esperados, y el valor de los cambios de cada atributo se puede inferir de la Figura 3. De este modo, podemos estimar el valor social de los efectos de un aumento de la cantidad de basura de un 25% para dentro de 30 años. Sin embargo, existen algunas limitaciones. El valor marginal de cada atributo fue estimado utilizando un rango particular de niveles de cambio para cada atributo (Tabla 1) y no hay garantía de que, para niveles fuera de ese rango, la percepción los entrevistados sea la misma.

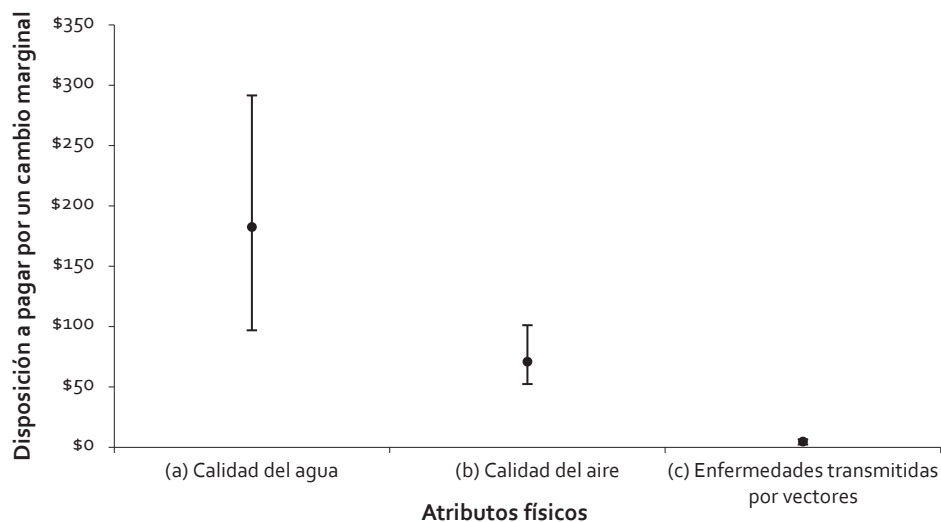


Figura 3. Disposición a pagar por evitar el cambio esperado en 30 años en cada atributo por el vertido de residuos sólidos urbanos en el aglomerado urbano del Gran Mendoza (Argentina). La DAP se expresa en pesos argentinos a precios de 2015 sujetos a un ajuste por inflación, con un intervalo de confianza del 95%. Así, (a) una disminución en un nivel de la calidad del agua (por ejemplo, de aceptable a regular) equivale en términos de pérdida de bienestar a un gasto anual, en promedio, de 182,49 (96,94; 291,50) pesos argentinos, por hogar, a partir de ahora y durante 30 años; (b) una disminución en un nivel de la calidad del aire (por ejemplo, de regular a pobre) equivale en términos de pérdida de bienestar a un gasto anual, en promedio, de 70,85 (52,38; 101,13) pesos argentinos, por hogar, a partir de ahora y durante 30 años; (c) un incremento en un punto porcentual de casos de gastroenteritis (por ejemplo, de 20 a 21) equivale en términos de pérdida de bienestar a un gasto anual, en promedio, de \$ 4,11 (2,63; 6,33) pesos argentinos, por hogar, a partir de ahora y durante 30 años.

Discusión y conclusiones

El presente estudio estima, en términos monetarios, el cambio en el bienestar social por los efectos externos que el vertido de RSU impone al medio ambiente, vía la menor provisión de bienes y servicios ambientales. Esta información puede ser de especial interés para los administradores de la gestión integral de RSU y gestores del territorio por su aplicabilidad en la evaluación de políticas y, en general, por su respaldo en la toma de decisiones públicas.

Los resultados de este estudio muestran que para los próximos años se espera una pérdida de bienestar de los ciudadanos del Gran Mendoza por el aumento de la contaminación por acumulación y entierro de basura a causa del incremento de la tasa de crecimiento de los RSU, cambio en su composición y ausencia de políticas activas destinadas a atender la problemática en el tratamiento de los mismos. Este resultado está en línea con los hallazgos de Gándara (2007) quien aplica el método de valoración contingente con el propósito de estimar en términos monetarios los efectos externos

asociados a la incineración y vertido de los RSU en el Área Metropolitana de Barcelona. En su trabajo, el autor encuentra que una disminución de la contaminación en el agua subterránea, suelo y aire incrementa, en promedio, el bienestar de la población en 39,18 euros por año como consecuencia de una mejora tecnológica en las plantas incineradoras, mientras que el bienestar de la población se incrementa, en promedio, en 29,40 euros por año debido a la sustitución del vertedero en uso por uno mejor impermeabilizado. Resultados similares han sido reportados en otras investigaciones que tratan con la valoración de tratamientos más ecológicos de la basura en aras de proteger el medio ambiente y mejorar la calidad de vida, la salud y la seguridad de las personas. Por ejemplo, Ibarrarán et al. (2003) encuentran que una mejora en la calidad ambiental debido a la implementación de un proyecto de separación en origen y tratamiento diferenciado de residuos incrementa, en promedio, el bienestar de los ciudadanos de Cholula (México), en 211,15 pesos mexicanos (19,55 dólares estadounidenses) por año

y por hogar. En esta misma línea, Valdivia-Alcalá et al. (2012) encuentran que un ciudadano del municipio de Texcoco (México), por la implementación de un sistema de reciclaje de residuos domiciliarios está dispuesto a pagar por hogar, en promedio, como máximo unos 1.413,36 pesos mexicanos (111,90 dólares estadounidenses) al año. Mientras que, Saldón (2012) encuentra que el 82% de los ciudadanos del municipio de Quilmes (Argentina) está dispuesto a participar en programas orientados al reciclado, separando en dos bolsas sus residuos. Por su parte, Agüero et al. (2005) y Basset et al. (2009) reportan que una mejora en el sistema de gestión de los residuos sólidos domiciliarios equivale en términos de bienestar a un ingreso anual, en promedio, de 63,72 pesos argentinos (21,82 dólares estadounidenses) por hogar de los ciudadanos de la Ciudad de Salta (Argentina) y de 64.800 pesos chilenos (115,71 dólares estadounidenses), en promedio, por hogar de los ciudadanos de Talca (Chile); respectivamente.

Los resultados del ejercicio de valoración son consistentes con la teoría económica del bienestar y con las expectativas *a priori*. La DAP estimada, por ejemplo, se incrementa con los ingresos y disminuye con la edad, un resultado que a menudo se observa en los estudios de valoración (véase por ejemplo Arrow et al. (1993) y para algunos ejemplos en América Latina, Ibararán et al. (2003), Valdivia-Alcalá et al. (2012), Farreras (2014)). Las respuestas a las preguntas de *debriefing* no revelaron inconsistencias con los resultados del ejercicio de valoración.

Otro de los hallazgos muestra que el atributo calidad del agua presenta entre la población entrevistada una composición de preferencias heterogéneas. Más específicamente, mientras algunos entrevistados se preocupan bastante por el cambio en la calidad del agua, otros se preocupan mucho menos. Se encontraron dos posibles explicaciones. Una de ellas estuvo dada por el municipio de residencia del entrevistado. Aunque no hubo una pregunta explícita que indagara sobre este hecho. Una razón podría ser que la percepción sobre el nivel actual de la calidad del agua es diferente entre residentes de los distintos municipios del Gran Mendoza. Esto podría estar relacionado con el hecho de que la prestación del servicio de agua potable no es suministrada por el mismo operador en todo el Gran Mendoza. Una

encuesta de percepción sobre la calidad del servicio de agua potable realizada en la provincia de Mendoza por la red ambiental OIKOS (2015) reporta diferencias significativas de percepción sobre la calidad del agua potable entre consumidores cuyo servicio es suministrado por diferentes operadores. La segunda explicación estuvo dada por sí, al momento de la encuesta, el entrevistado tenía hijos menores de 18 años. Las personas con hijos menores de 18 años perciben con mayor preocupación el cambio en la calidad del agua que las personas sin hijos o con hijos de 18 años o mayores. Por lo tanto, las primeras presentan mayor probabilidad de seleccionar alternativas con mayores niveles de calidad del agua. Esto parece reflejar el valor de legar –valor de herencia– una mejor calidad del agua a las futuras generaciones. Resultados similares han sido documentados en Jenkins et al. (2003), quienes encuentran que el número de hijos influye de manera positiva en la DAP por la implementación de programas de reciclado en 20 áreas urbanas de Estados Unidos.

Del análisis de la DAP se desprende que una disminución en un nivel de la calidad del agua es el efecto de la contaminación por acumulación y entierro de basura que más preocupa a la población, seguido de una disminución en un nivel de la calidad del aire y de un incremento en un punto porcentual de los casos de enfermedades transmitidas por vectores. Este resultado económico es consistente con las respuestas a una pregunta explícita sobre la importancia relativa de los atributos. Como se refleja en la Tabla 4, cuando se les pidió a los entrevistados que indicaran qué atributo o atributos habían tenido en cuenta a la hora de escoger su alternativa preferida, el atributo más citado fue la calidad del agua, lo que denota coherencia con los resultados del ejercicio de valoración. Aunque no hubo una pregunta explícita que discerniera la razón de esta preferencia, la provincia de Mendoza desde hace cinco años se encuentra en emergencia hídrica. La problemática hídrica es discutida muy a menudo en los medios de comunicación y, constantemente, se le pide a la población que haga un uso racional y solidario del agua.

La aplicación empírica del método de los experimentos de elección discreta se realizó siguiendo las recomendaciones del informe NOAA (Arrow et al.,

Tabla 4. Personas entrevistadas que tuvieron en cuenta los siguientes atributos en la selección de su alternativa preferida en el tratamiento adecuado de residuos sólidos urbanos en el aglomerado de Gran Mendoza (Argentina)*.

Atributo	Porcentaje
Calidad del agua	82
Calidad del aire	61
Gastroenteritis	29

* Se podía seleccionar más de uno.

1993) y de otra literatura más reciente (Carson, 2000; Bateman et al., 2002; Hensher et al., 2005) sobre las condiciones que ha de reunir el proceso de diseño del experimento de elección. Por ejemplo, diferentes sesiones de trabajo con grupos reducidos de la población fueron llevadas a cabo durante el proceso de diseño del cuestionario. Ello permitió confirmar que el horizonte temporal de 30 años fue percibido como razonable y no presentó problemas de credibilidad por parte de los participantes. Del mismo modo, algunas posibles alternativas de vehículo de pago se pusieron a prueba en las diferentes sesiones de trabajo. Se comprobó que el pago obligatorio recaudado por la municipalidad a través de sus tasas era comprensible, creíble y fácilmente aceptable para las personas entrevistadas; mientras que otras alternativas de vehículo de pago como el pago directo a una organización creada con el fin de atender la problemática en el tratamiento de los residuos provocaban rechazo por falta de credibilidad, un resultado también reportado en Farreras (2014). Finalmente, el proceso se completó con un ejercicio piloto donde se confirmó lo obtenido en las diferentes sesiones de trabajo.

En resumen, este estudio muestra que para los próximos años se espera una pérdida de bienestar de los ciudadanos del Gran Mendoza por los incrementos en la contaminación por acumulación y entierro de basura debido principalmente al incremento de la tasa de crecimiento de los RSU, cambio en su composición y ausencia de políticas activas para mitigar esta problemática. El efecto de mayor preocupación es la disminución de la calidad del agua, seguido de la disminución de la calidad del aire y del incremento de los casos de enfermedades que afectan a un sector de la población. Desde un punto de vista

social, este resultado implica que aquellas medidas que prioricen o que estén más focalizadas en prevenir y controlar el impacto de la contaminación de los vertederos sobre la calidad del agua son aquellas que incrementan en mayor medida el bienestar de los ciudadanos del Gran Mendoza. En este sentido, la valoración económica genera para los gestores públicos un nuevo espacio de participación ciudadana al integrar las preferencias sociales al diseño de la gestión, contribuyendo a mejorar la gestión pública ambiental en su eficiencia y sustentabilidad para la sociedad en general.

Agradecimientos

Los autores agradecen los valiosos comentarios recibidos por parte de dos revisores anónimos durante el proceso de evaluación. Se agradece también a la Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo por la financiación de esta investigación.

Bibliografía

- Abraham, E., Roig, F., Salomón M., 2005. Planificación y gestión del piedemonte al oeste de la ciudad de Mendoza. Un asunto pendiente. En: Scoones, A., Sosa, E. (Eds.), Conflictos socio-ambientales y políticas públicas en la provincia de Mendoza. OIKOS Red Ambiental, Mendoza, Argentina. pp. 267-294.
- Agüero, A., Carral, M., Sauad, J., Yazlle, L., 2005. Aplicación del método de valoración contingente en la evaluación del sistema de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Salta, Argentina. *Rev. Iberoam. Econ. Ecol.* 2, 37-44.
- Arrow, K., Solow, R., Portney, P., Leamer, E., Radner, R., Schuman, H., 1993. Report of the NOAA Panel on contingent valuation. Federal Register No. 58. US Government Printing Office, Washington, D.C. pp. 4602-4614.
- Basset, O., Leclerc, A., Cerda, A., García, L., 2009. Disposición a pagar por la mejora del servicio de recolección de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Talca. *Panor. Socioecon.* 38, 68-78.
- Bateman, I., Carson, R., Day, B., Hanemann, M., Hanleys, N., Hett, T., Jones-Lee M., Loomes, G., Mourato, S., Özdemiroglu, E., Pearce, D., Sugden, R., Swanson, J., 2002. Economic valuation with stated preference techniques. Summary guide. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK. 94 p.
- Bennett, J., Blamey, R. (Eds.), 2001. The choice modelling approach to environmental valuation. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK. 269 p.

- Bernache, G., 2012. Riesgo de contaminación por disposición final de residuos. Un estudio de la región centro occidente de México. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 28 (Sup. 1), 97-107.
- Bonmatí, A., 2008. Gestión y tratamiento de los residuos sólidos urbanos. En: Andrés, P., Rodríguez R. (Eds.), *Evaluación y prevención de riesgos ambientales en Centroamérica*. Documenta Universitaria, Girona, España. pp. 215-250.
- Breen, B., 1990. Getting rid of garbage. *Landfills are # 1. Garbage* 2, 42-47.
- Carson, R., 2000. Contingent valuation: a user's guide. *Environ. Sci. Technol.* 34, 1413-1418. DOI: 10.1021/es990728j
- Cruz-Sotelo, S., Ojeda-Benitez, S., Bovea, M., Santillán-Soto, N., Favela-Ávila, H., Aguilar W., 2013. Hábitos y prácticas de consumo de teléfonos celulares en México y España. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 29 (Sup. 3), 33-41.
- Delfín-Alcalá, I., Durán-De-Bazúa, C., 2003. Biodegradación de residuos urbanos lignocelulósicos por *Pleurotus*. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 19, 37-45.
- Dinius, S., 1987. Design of an index of water quality. *J. Am. Water Resour. As.* 23, 833-843. DOI: 10.1111/j.1752-1688.1987.tb02959.x
- El-Fadel, M., Findikakis, A., Leckie, J., 1997. Environmental impacts of solid waste landfilling. *J. Environ. Manage.* 50, 1-25. DOI: 10.1006/jema.1995.0131
- Espinosa, M., López, M., Pellón, A., Robert, M., Diaz, S., González, A., Rodríguez, N., Fernández, A., 2010. Análisis del comportamiento de los lixiviados generados en un vertedero de residuos sólidos municipales de la ciudad de la Habana. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 26, 313-325.
- Farreras, V., 2014. Valoración económica de los efectos de la presión antrópica sobre el piedemonte mendocino. Una aplicación de los experimentos de elección discreta. *Rev. FCA UNCuyo* 46, 113-133.
- Farreras, V., Lauro, C., 2015. Valoración económica de los efectos de la contaminación por vertido de residuos sólidos urbanos. Una aplicación de los experimentos de elección discreta. En: Resúmenes, L Reunión Anual Asociación Argentina de Economía Política. 11, 12 y 13 de Noviembre de 2015, Salta, Argentina.
- Freeman, A., Herriges, J., Kling, C., 2014. *The measurement of environmental and resource values: theory and methods*. 3ª ed. RFF Press; Taylor & Francis, Abingdon, UK.
- Fundación Universidad Tecnológica Regional Mendoza, 2004. Diseño de un sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos para el área metropolitana Mendoza. Disponible en: <http://documentslide.com/documents/sistema-de-gestion-integral-de-erecoleccion-de-desechos.html>; consultado: diciembre de 2016.
- Gándara, G., 2007. Valoración monetaria de la contaminación por incineración y vertido de residuos sólidos urbanos. En: Cantú, F., Hernández, N., Durón, S. (Eds.), *Memorias, 37º Congreso de Investigación y Desarrollo: Hacia una Cultura de la Innovación*. Tecnológico de Monterrey. Monterrey, México. pp. 612-617.
- Giusti, L., 2009. A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Manage.* 29, 2227-2239. DOI: 10.1016/j.wasman.2009.03.028
- Grünwaldt, E., Pedone, C., Pesalaccia, M., 1994. Asentamientos humanos en la cuenca arroyo Maure (Mendoza). Asentamiento ilegal dique Maure. *Multequina* 3, 157-165.
- Haab, T., McConnell, K., 2002. Valuing environmental and natural resources: the econometrics of non-market valuation. *New Horizons in Environmental Economics Series*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK. DOI: 10.4337/9781843765431
- Hanley, N., Mourato, S., Wright, R., 2001. Choice modelling approaches: a superior alternative for environmental valuation? *J. Econ. Surv.* 15, 435-462. DOI: 10.1111/1467-6419.00145
- Hensher, D., Greene, W., 2001. The mixed logit model: The state of practice and warnings for the unwary. Disponible en: <http://people.stern.nyu.edu/wgreene/MixedLogitSOP.pdf>; consultado: diciembre de 2016.
- Hensher, D., Johnson, L., 1981. *Applied discrete choice modelling*. John Willey and Sons, New York. 468 p.
- Hensher, D., Rose, J., Greene, W., 2005. *Applied choice analysis: a primer*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 742 p. DOI: 10.1017/CBO9780511610356
- Ibarrarán, M., Islas I., Mayett, E., 2003. Valoración económica del impacto ambiental del manejo de residuos sólidos municipales: Estudio de caso. *Gac. Ecol.* 67, 69-82.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), 2012. Censo nacional de población, hogares y viviendas 2010. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, Buenos Aires.
- Israde-Alcantara, I., Buenrostro, O., Carrillo, A., 2005. Geological characterization and environmental implications of the Placement of the Morelia Dump, Michoacán. *Central Mexico. J. Air Waste Manage. Assoc.* 55, 755-764. DOI: 10.1080/10473289.2005.10464665
- Jenkins, R., Martínez, S., Palmer, K., Podolsky, M., 2003. The determinants of household recycling: a material-specific analysis of recycling program features and unit pricing. *J. Environ. Econ. Manage.* 45, 294-318. DOI: 10.1016/S0095-0696(02)00054-2
- Jones, C., Pease, K., 1997. Restoration-based compensation measures in natural resource liability statutes. *Contemp. Econ. Pol.* 15, 111-122. DOI: 10.1111/j.1465-7287.1997.tb00494.x

- Krinsky, I., Robb, L., 1986. On approximating the statistical properties of elasticities. *Rev. Econ. Stat.* 68, 715-719. DOI: 10.2307/1924536
- Louviere, J., 1988. Analyzing decision making: metric conjoint analysis. *Quantitative Applications in the Social Sciences* N° 67. Sage University Paper, Newbury Park, CA. 96 p.
- Mannino, P., 2015. El Pozo: un basural a cielo abierto que amenaza al gobernador de Mendoza y también a su sucesor. *Diario La Nación*, disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1798591el-pozo-un-basural-a-cielo-abierto-que-amenaza-al-gobernador-de-mendoza-y-tambien-a-su-sucesor>; consultado: diciembre de 2016.
- Manski, C., 1977. The structure of random utility models. *Theor. Decis.* 8, 229-254. DOI: 10.1007/BF00133443
- McFadden, D., 1973. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. En: Zarembka, P. (Ed.), *Frontiers in econometrics*. Academic Press, New York, NY, pp. 105-142.
- McFadden, D., Train, K., 2000. Mixed MNL models for discrete response. *J. Appl. Econ.* 15, 447-470. DOI: 10.1002/1099-1255(200009/10)15:5<447::AID-JAE570>3.0.CO;2-1
- Ministerio de Salud, Desarrollo Social y Deportes, 2015. Data base Sistema de Asistencia Médica Programada-SAMEP (2007-2015). Gobierno de Mendoza, Mendoza, Argentina.
- OIKOS, 2015, 9 de abril. ¿Cómo perciben el servicio de agua los mendocinos? *Diario MDZ*. Disponible en: www.mdzol.com/nota/598830-como-perciben-el-servicio-de-agua-los-mendocinos/; consultado: diciembre de 2016.
- Orro, A., García, F., 2004. Modelos logit mixto para la elección modal. Posibilidades y precauciones. En: *Memorias, VI Congreso de Ingeniería del Transporte. Jornada Medidas de Estímulo a la Innovación Tecnológica de las Empresas. DTGTF-02/04*. Fundación Empresa-Universidad Zaragoza, Zaragoza, España.
- Plaza, G., Zapata, O., 2011. Residuos y salud: Tartagal - Salta. *Rev. Cienc. Tecnol.* 13, 35-43.
- Restrepo, I., Bernache, G., Rathje, W., 1991. Los demonios del consumo. Basura y contaminación. *El Centro de Ecodesarrollo, México, DF.* 272 p.
- Saidón, M., 2012. Valoración ambiental del reciclado de residuos: El caso de Quilmes, Argentina. *Economía* 34, 33-53.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), 2005. Estrategia nacional para la gestión integral de residuos sólidos urbanos (ENGIRSU), Ministerio de Salud y Ambiente de Argentina. Disponible en: <http://observatoriorsu.ambiente.gob.ar/content/pdfabout/6.pdf>; consultado: diciembre de 2016.
- Títiro, M., 2009. Dicen que el basural de Guaymallén acumula residuos patológicos. *Los Andes*, disponible en: <http://losandes.com.ar/article/departamentales-445255>; consultado: diciembre de 2016.
- Train, K., 1998. Recreation demand models with taste differences over people. *Land Econ.* 74, 230-239. DOI: 10.2307/3147053
- Train, K., 1999. Mixed logit models for recreation demand. En: Hurriges, J., Kling C. (Eds.), *Valuing recreation and the environment: revealed preference methods in theory and practice*. New Horizons in Environmental Economics Series. Edward Elgar, Northampton, MA. pp. 121-140.
- Train, K., 2003. *Discrete choice methods with simulations*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. DOI: 10.1017/CBO9780511753930
- Unsworth, R., Bishop, R., 1994. Assessing natural resource damages using environmental annuities. *Ecol. Econ.* 11, 35-41. DOI: 10.1016/0921-8009(94)90048-5
- United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2003. Air quality index: a guide to air quality and your health. EPA-454/K-03-002. Disponible en: www.njaqinow.net/App_AQI/AQI.en-US.pdf; consultado: diciembre de 2016.
- Valdivia-Alcalá, R., Abelino-Torres, G., López-Santiago, M., Zavala-Pineda, M., 2012. Valoración económica del reciclaje de desechos urbanos. *Rev. Chapingo Ser. Cienc. For. Ambient.* 18, 436-447. DOI: 10.5154/r.rchscfa.2010.07.044