

Rev. FCA UNCUYO. 2014. 46(2): 113-133. ISSN impreso 0370-4661. ISSN (en línea) 1853-8665.

Valoración económica de los efectos de la presión antrópica sobre el piedemonte mendocino. Una aplicación de los experimentos de elección discreta

Economic valuation of anthropogenic-pressures effects on the Mendocinian piedmont. An application to discrete choice experiments

Verónica Farreras ^{1, 2}

Originales: Recepción: 22/11/2013 - Aceptación: 12/08/2014

RESUMEN

En general, el análisis socioeconómico de los sistemas naturales no se contempla en los dominios de la ciencia natural. En este trabajo, sin embargo, se estima el cambio en el bienestar social por los efectos de la presión antrópica sobre el piedemonte mendocino vía la menor provisión de servicios ambientales. Para ello, se utiliza el método de los experimentos de elección discreta para inferir el valor social de tres servicios ambientales generados en las cuencas ubicadas al oeste del Gran Mendoza (riesgo aluvional, cobertura vegetal y recreación) y los costos de programas diseñados para mitigar la intensidad de dichos efectos. Un incremento del riesgo aluvional es el efecto de origen antrópico sobre el piedemonte mendocino que más preocupa a la población, seguido de una disminución de la cobertura vegetal y de la recreación. Se estimó que un incremento del riesgo aluvional en 1% equivale en pérdida de bienestar individual a un gasto, en promedio, de 24,13 pesos, en moneda de 2013, al año, cifra que es equivalente en términos de bienestar a una disminución de 6% de cobertura vegetal. Esta información puede ayudar a los hacedores de políticas, gestores de territorio y ecologistas a tener en cuenta las preferencias sociales en el diseño de sus programas y actividades.

ABSTRACT

In general, the socioeconomic analysis of natural systems does not enter into the realms of natural science. This paper, however, estimates the human-welfare effects of possible anthropogenic-pressures on the Mendocinian piedmont by a lower provision of environmental services. The discrete choice experiment is applied to elicit the trade-offs in perceived values for three environmental services generated in the basins west of Gran Mendoza (alluvial risk, plant cover, and recreation) and for the costs of programmes designed to mitigate the intensity of such effects. Increased alluvial risk is the anthropogenic-pressure effect on the Mendocinian piedmont that most concerns the population, followed by a decrease of plant cover and recreation. An increase of 1% in alluvial risk is estimated to cost each person, on average, 24.13 pesos (2013 value) yearly in lost welfare, a figure equivalent in social welfare to a decrease of 6% in plant cover. These trade-off values may help policy makers, land managers, and ecologists to consider social preferences in the design of their programmes and activities.

-
- 1 Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, CCT - CONICET Mendoza, Av. Ruiz Leal s/n, Parque General San Martín, (5500), Mendoza, Argentina.
 - 2 Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo, Centro Universitario, (5502), Mendoza, Argentina. vfarreras@mendoza-conicet.gov.ar

Palabras clave

servicios ambientales • presión antrópica • piedemonte mendocino • método de los experimentos de elección discreta • preferencias sociales

Keywords

environmental services • anthropogenic pressures • Mendocinian piedmont • discrete choice experiment method • social preferences

INTRODUCCIÓN

En el centro-oeste de la Argentina, sobre el faldeo oriental de la precordillera y piedemonte, se encuentra el aglomerado urbano del Gran Mendoza. Una serie de cuencas hidrográficas discurren por esta trama de paisajes áridos y semiáridos, cuyos principales cauces atraviesan la ciudad (47). En Mendoza, como en otras zonas de escasa disponibilidad de agua, las cuencas hidrográficas tienen importantes funciones como ecosistemas y suministran una serie de valiosos servicios ambientales a la sociedad, también llamados servicios ecosistémicos. En la literatura internacional no existe consenso acerca de la diferencia conceptual entre "servicio ecosistémico" y "servicio ambiental". El primero es el más utilizado en la literatura relacionada con ecología, mientras que el segundo se utiliza en mayor medida en la literatura económica, Mora Vega (2012).

La expresión de "servicio ambiental" se consolidó a partir de las publicaciones de Pagiola *et al.* (2002), Landell-Mills y Porras (2002), Pagiola y Ruthenberg (2002), entre otras. Con estas publicaciones se incorpora a la literatura internacional el concepto de "Pago por Servicios Ambientales" (PSA), que hace referencia al pago o compensación que deben recibir los usuarios de las tierras por los servicios ambientales que sus tierras generan a la comunidad. La valoración económica es una de las herramientas utilizadas en los esquemas de PSA para estimar el pago o compensación que hace de la conservación la alternativa más atractiva para los usuarios de los ecosistemas. En esta investigación, por lo tanto, para denominar a los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas se utiliza la expresión "servicio ambiental".

En términos generales, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM) define a los servicios ambientales como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Estos incluyen servicios de aprovisionamiento tales como alimentos, agua, madera y fibra; servicios de regulación como la regulación del clima, del agua y de los riesgos naturales; servicios culturales que proporcionan beneficios recreativos, estéticos y espirituales; y servicios de apoyo, necesarios para la producción de todos los demás servicios de los ecosistemas, tales como la producción de biomasa, la formación y retención del suelo, el ciclo de los nutrientes, el ciclo del agua y la provisión de hábitat (EM, 2005).

Existen otras clasificaciones como la propuesta por Constanza *et al.* (1997), que agrupa a los servicios ambientales en 17 categorías. Sin embargo, más allá de las etiquetas bajo las cuales se puedan agrupar a los diferentes servicios ambientales, lo relevante es que los servicios ambientales afectan el bienestar; y por consiguiente, tienen un valor para la sociedad.

Sin embargo, a pesar de su valor, muchos de los servicios ambientales generados en las cuencas ubicadas al oeste del Gran Mendoza están siendo amenazados por fuertes presiones de origen antrópico.

En las últimas décadas, por ejemplo, el crecimiento y la expansión poblacional sobre la superficie pedemontana han generado importantes cambios en la dinámica del ecotono piedemonte-ciudad, contribuyendo a la degradación de los servicios ambientales generados en las cuencas hidrográficas que integran el área aluvional del Gran Mendoza (6, 29, 42, 47). Así, por ejemplo, ha disminuido la cobertura vegetal (1, 45) afectando la capacidad de retención e infiltración de agua del sistema natural.

También, el sistema natural de evacuación de los excesos de agua se ha visto profundamente alterado (48), contribuyendo con el aumento de la escorrentía superficial, sedimentación y erosión (46) y, por consiguiente, con el incremento del riesgo aluvional (45). Es previsible que estos efectos ambientales, posiblemente unos de los más pronunciados de la actividad humana sobre el piedemonte, se extiendan en el tiempo afectando también el bienestar de las futuras generaciones.

Conocer el valor que tiene para la sociedad los efectos que la presión antrópica impone al medio ambiente podría constituir un aspecto clave para comprender mejor lo que ocurre con el entorno y, por cómo se podría modificar su gestión con el fin de aumentar el bienestar. Si la sociedad, por ejemplo, pudiera intervenir para mitigar estos efectos ambientales, ¿cuáles intervenciones deberían recibir mayor prioridad?

Además, ¿cuál es la máxima cantidad de dinero que la sociedad estaría dispuesta a gastar en una determinada medida de intervención? Estas son preguntas que los métodos de valoración económica son capaces de responder. La valoración económica permite expresar en términos monetarios los cambios en el bienestar social debido a un incremento o disminución de la calidad y/o cantidad de un bien o servicio ambiental.

El empleo de métodos de valoración económica es una práctica frecuente, y muy extendida, en la valoración de cambios ambientales (12); sin embargo, en Argentina estos métodos nunca han sido aplicados para valorar cambios en servicios ambientales generados en cuencas hidrográficas.

Un panorama muy distinto es el que puede observarse en el resto de América Latina donde son numerosas las investigaciones que han empleado métodos de valoración económica para estimar el valor de estos servicios ambientales. Ejemplo de ello son las investigaciones realizadas para las cuencas de los ríos Calan en Honduras (15), Chiquito en Costa Rica (3), Cunas y Canipaco en Perú (44), en las microcuencas de los ríos Ciruelas, Segundo, Bermúdez, Tibás y Pará en Costa Rica (13), en las reservas de Sierra de las Minas en Guatemala (22) y de Sama en Bolivia (9).

En los trabajos de Cruz y Rivera (2003) y Brown (2005), los autores aplicaron el método de valoración contingente como método de valoración económica para estimar el beneficio que los usuarios de las cuencas obtienen por un incremento en el suministro de agua.

Otro de los enfoques metodológicos empleado ha sido el costo de oportunidad con la intención de inferir el valor económico de un cambio en la regulación de los flujos hidrológicos (22), en la protección del agua para uso urbano, rural e hidroeléctrico (13) y en el suministro de agua limpia (3). En la misma línea, Ventura Quezada (2003) en su investigación emplea, por una parte, el método de daños evitados para obtener el valor económico de un cambio en la diversidad biológica y en la retención de sedimentos y nutrientes; y por otra, el método de cambio en la productividad para estimar el valor económico de un cambio en la captura de carbono y en el suministro de agua proporcionado por la cuenca hidrológica de los ríos Cunas y Canipaco en Perú. Una introducción al conjunto de métodos de valoración económica se puede hallar en Mogas (2004).

Objetivo

- Estimar el valor que tiene para la sociedad los efectos que la presión antrópica impone al área aluvional del Gran Mendoza -vía la menor provisión de servicios ambientales- y los costos de las medidas de intervención que podrían mitigar la intensidad de dichos efectos.

Aunque en esta investigación no se consideraron explícitas medidas de intervención, dado que la misma se focalizó en la valoración económica de servicios ambientales, existen básicamente dos posibilidades de intervención, las de carácter intensivo que incluyen la realización de pequeñas obras -trampas de agua, diques de gaviones, etc.- y las de carácter extensivo que comprenden todas aquellas prácticas de mejoramiento de la vegetación natural.

Para ello, se utiliza el método de los experimentos de elección discreta como un método de valoración consistente con la teoría económica del bienestar (5, 23, 27). Con este método el valor marginal de cada servicio ambiental puede expresarse en unidades monetarias o en cualquiera de las unidades de los servicios ambientales incluidos en el estudio.

METODOLOGÍA

Métodos de preferencias declaradas

En los métodos de preferencias declaradas los individuos expresan sus preferencias en mercados expresamente simulados mediante cuestionarios.

El método de experimentos de elección, que se engloba dentro de los métodos de preferencias declaradas, se basa en la idea de que cualquier bien puede ser descrito en términos de sus características -que en el argot de los experimentos de elección se denominan *atributos* - y de los valores o *niveles* que éstas puedan tomar (5, 17).

Dado que el interés se centra en obtener valores monetarios, uno de los atributos debe ser monetario. Definidos los atributos y sus niveles se construyen las alternativas o combinaciones entre los niveles de los diferentes atributos. Una vez establecidas las alternativas, éstas se agrupan en lo que se denominan conjuntos de elección.

En un experimento de elección discreta, a las personas entrevistadas se les presenta el conjunto de elección compuesto por, al menos, dos alternativas y se les pide que seleccionen la alternativa preferida. El pago asociado -nivel del atributo monetario- a la alternativa seleccionada puede ser visto como una compensación equivalente al cambio en el bienestar individual por obtener un cambio deseado o por evitar uno indeseado.

Conjuntos de elección

Sobre la base de los estudios realizados para las cuencas ubicadas al oeste del Gran Mendoza, consultas a expertos en temas hidrológicos y diferentes sesiones de trabajo con grupos reducidos de la población, se determinaron los atributos y niveles a incluir en los conjuntos de elección. Los atributos considerados fueron:

- 1- cobertura vegetal
- 2- recreación
- 3- riesgo aluvional
- 4- un pago anual -atributo monetario- para financiar medidas que podrían mitigar simultáneamente los cambios de la cobertura vegetal y del riesgo aluvional.

Cada atributo presentó cuatro niveles como se muestra en la tabla 1 (pág. 118).

Los niveles para los atributos físicos -cobertura vegetal, recreación y riesgo aluvional- se repartieron entre los valores medios actuales y los valores estimados bajo el escenario *business-as-usual* (BAU) o situación de *status quo*. Los niveles del escenario BAU podrían ser alcanzados en 10 años de seguir todo como hasta ahora, mientras que el resto de los niveles podrían alcanzarse en 10 años en caso de aplicarse medidas de intervención.

Los niveles fueron percibidos como razonables y creíbles en las diferentes sesiones de trabajo y no causaron rechazo durante las entrevistas llevadas a cabo en la encuesta final. Los niveles del atributo monetario se determinaron como es habitual en la práctica a través de una encuesta piloto en la que las personas entrevistadas declararon lo máximo que estarían dispuestas a pagar por diferentes escenarios.

Definidos los atributos y sus niveles se aplicó el diseño experimental para construir las alternativas o combinaciones entre los niveles de los diferentes atributos para ser presentadas a las personas entrevistadas. Se obtuvieron 81 (3⁴) alternativas o posibles combinaciones. El 3⁴ corresponde a cuatro atributos con tres niveles cada uno.

Tabla 1. Atributos y niveles utilizados en el ejercicio de experimento de elección discreta.
Table 1. Attributes and levels of the discrete choice experiment.

Atributo	Descripción	Nivel
Cobertura vegetal	Porcentaje promedio de la superficie del piedemonte cubierta con vegetación para dentro de 10 años.	- 45% (nivel actual) - 40% - 30% - 20% (<i>status quo</i>)
Recreación	Porcentaje de la superficie del piedemonte para el esparcimiento y la recreación durante los próximos 10 años.	- 100% (nivel actual/ <i>status quo</i>) - 60% - 40% - 20%
Riesgo aluvional	Riesgo medio aluvional para el Gran Mendoza para dentro de 10 años.	- 10% (nivel actual) - 12% - 14% - 16% (<i>status quo</i>)
Pago anual	Pago anual por persona en pesos (sujeto a un ajuste por inflación) destinado a medidas de mitigación.	- 0 pesos (<i>status quo</i>) - 50 pesos - 75 pesos - 125 pesos

Los niveles de la situación de *status quo* no fueron considerados en el diseño debido a que la situación de *status quo* no varía.

Debido al elevado número de alternativas se aplicó el diseño factorial fraccionado (26) lo que dio lugar a 48 alternativas. Las alternativas fueron agrupadas aleatoriamente en bloques de 3 + 1 (escenario BAU).

Dos conjuntos de elección diferentes fueron presentados a cada persona entrevistada. En cada conjunto de elección, a las personas se les pedía que seleccionasen la alternativa preferida (figura 1, pág. 119).

Experimentos de elección discreta

El método de los experimentos de elección discreta se basa en la teoría de la utilidad aleatoria (30). Bajo este marco conceptual, la función de utilidad indirecta o bienestar individual de cada persona entrevistada se representa como:

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad [1]$$

donde:

U_{ij} = utilidad que le reporta al individuo i la alternativa j contenida en un conjunto de elección

V_{ij} = componente sistemática u observable de la utilidad ¹

ε_{ij} = componente estocástico que recoge todo aquello que influye en la decisión individual pero que no puede ser observado por el investigador (28).

1 $V_{ij} = V(X_{ij}/\beta)$ donde X_{ij} denota un vector de variables explicativas compuesto por N atributos, $(1, 2, \dots, n, \dots, N)$ con $N \geq 2$, que describen la alternativa j y por variables socioeconómicas que caracterizan al individuo i , mientras que β denota el vector de coeficientes correspondiente.



Figura 1. Ejemplo de conjunto de elección presentado en el experimento de elección discreta.

Figure 1. Example of a choice set presented to respondents in the discrete choice experiment.

La distribución que se asuma sobre el componente estocástico juega un rol fundamental, dado que de ella dependen los posibles modelos estadísticos para el análisis de las preferencias de los individuos, Ortúzar y Willumsen (1994).

Por lo general, se asume errores Gumbel independientes e idénticamente distribuidos (iid). Esta distribución implica que las alternativas incluidas en los conjuntos de elección deben cumplir con la propiedad de independencia de alternativas irrelevantes (IIA). Esta propiedad significa que para cada individuo, el ratio de probabilidades de elección entre dos alternativas no depende de la inclusión u omisión de otras alternativas en el conjunto de elección. La inclusión de sustitutos cercanos en los conjuntos de elección o la presencia de preferencias heterogéneas entre los entrevistados puede conducir a un rechazo de la propiedad de IIA (33). Un test estadístico que permite verificar si un modelo satisface o no la propiedad de IIA es el desarrollado por Hausman y McFadden (1984).

Bajo la distribución Gumbel, la probabilidad de que el individuo i prefiera la alternativa j puede expresarse en términos de la distribución logit, lo que resulta en una especificación conocida como el modelo condicional logit (CL) (30).

La estimación del modelo CL exige al investigador asumir que las preferencias de los individuos son homogéneas entre los individuos de la población. Es decir, todos los individuos tienen la misma utilidad marginal frente a cambios en la cantidad y/o calidad

de los atributos, lo cual constituye una severa limitación del modelo para analizar las preferencias de los individuos. Debido a esta limitación, la aplicación del modelo mixed logit (ML) para el correspondiente análisis de las preferencias ha despertado un creciente interés debido a su capacidad para modelar la heterogeneidad en las preferencias de los individuos mediante el empleo de parámetros aleatorios (36).

El modelo ML se deriva de suponer un término de error ε_{ij} Gumbel iid, tal como lo hace el modelo CL, pero con una componente de error adicional η_{ij} que es la que permite trabajar con mayor flexibilidad modelando la heterogeneidad en las preferencias (10). Así la función de utilidad queda definida como:

$$U_{ij} = V_{ij} + \eta_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad [2]$$

Se asume que η sigue cualquier distribución definida por una densidad $f(\eta | \Omega)$

donde

Ω = parámetros fijos que la describen (media y varianza) ²

ε_{ij} = iid Gumbel, la probabilidad condicional en η de que el individuo i escoja la alternativa j corresponde exactamente al modelo CL:

$$P_i(j | \eta) L_{ij}(\eta) = \frac{e^{V_{ij} + \sigma \eta_{ij}}}{\sum_k e^{v_{ik} + \eta_{ik}}} \quad [3]$$

donde

σ = parámetro de escala para los parámetros aleatorios. Por lo tanto, la probabilidad de escoger la alternativa j corresponde a la integral de la probabilidad condicional sobre todos los posibles valores de η , lo que depende de los parámetros Ω que describen una densidad $f(\eta | \Omega)$ definiendo su distribución, esto es (34):

$$P_{ij} = \int L_{ij}(\eta) f(\eta | \Omega) d\eta \quad [4]$$

2 Normal $\beta_n = \beta + \sigma \eta_{ij}, \eta_{ij} \approx N[0, 1]$,
 Lognormal $\beta_n = \exp(\beta + \sigma \eta_{ij}), \eta_{ij} \approx N[0, 1]$,
 Uniform $\beta_n = \beta + \sigma \eta_{ij}, \eta_{ij} \approx U[-1, 1]$,
 Triangular $\beta_n = \beta + \sigma \eta_{ij}, \eta_{ij} \approx Triangle[-1, 1]$

donde, β y σ son respectivamente la media y el parámetro de escala del parámetro aleatorio β_n .

Dado que esta integral no tiene solución analítica, las probabilidades de elección no pueden ser calculadas exactamente por lo que son aproximadas a través de simulación. Para estimar el modelo es necesario extraer un valor η de su distribución y calcular la probabilidad. Repitiendo este proceso R veces se estima la probabilidad simulada SP_{ij} de que el individuo i prefiera la alternativa j a la alternativa k ambas contenidas en un mismo conjunto de elección (17):

$$SP_i = SP(U_j > U_k) = \left(\frac{1}{R}\right) \sum_{r=1}^R L_{ij}(\eta^r) \quad [5]$$

donde

$\eta^r = r^{\text{th}}$ valor generado

Train (2003) demuestra que la probabilidad simulada es un estimador insesgado de P_{ij} , cuya varianza decrece a medida que crece R .

Aplicación, cuestionario y entrevistas

Una aplicación empírica para estimar el valor que tiene para la población los efectos de la presión antrópica sobre el área aluvional del Gran Mendoza fue emprendida en otoño de 2013. Para el presente estudio la población relevante, por su cercanía con el piedemonte, fue la población del aglomerado urbano del Gran Mendoza con una población aproximada de un millón de personas.

Una muestra representativa de 213 ciudadanos del Gran Mendoza fue entrevistada en sus hogares. La muestra incluyó individuos de entre 24 y 80 años de edad residentes de las localidades de Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Luján, Maipú y se entrevistó en bloques de 6 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 del hogar. Alrededor del 90% de los individuos aceptó ser entrevistado.

El cuestionario se estructuró en tres partes. La primera parte del cuestionario se dedicó a familiarizar a las personas entrevistadas con los servicios ambientales a valorar, la forma de provisión de los mismos, así como las condiciones y medios de pago. En esta parte se describió el nivel promedio actual de cada uno de los atributos físicos - cobertura vegetal, recreación, riesgo aluvional - junto con una estimación del nivel promedio que cada uno de estos atributos podría alcanzar dentro de 10 años, de seguir todo como hasta ahora. Así, el cuestionario comenzó presentando el cambio esperado para dentro de 10 años para cada uno de los tres atributos físicos en caso de que no se aplicasen medidas para mitigar los efectos de origen antrópico sobre el área aluvional.

Luego, a las personas entrevistadas se les explicó que con la aplicación de medidas de intervención la situación de *status quo* podría ser modificada.

Tres niveles alternativos a los niveles de la situación de *status quo* fueron ofrecidos para cada atributo físico señalando que el nivel que finalmente alcanzase cada uno de los atributos dependería de la cantidad de dinero destinado a dichas medidas (tabla 1, pág. 118).

En el caso de la recreación a los entrevistados se les comentó que la aplicación de medidas de intervención podría llevar a restringir la superficie del piedemonte para realizar actividades de esparcimiento y recreación durante la realización de las intervenciones.

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 seleccionasen el preferido de cuatro posibles niveles, sin importar el costo de la medida que permitiría alcanzarlo. De esta manera, se podía detectar si el atributo para la persona entrevistada tenía un valor positivo o negativo y si las elecciones realizadas posteriormente en el ejercicio de valoración eran consistentes.

Luego de presentar los atributos físicos, el atributo monetario fue introducido (tabla 1, pág. 118).

A las personas entrevistadas se les comentó que la administración provincial junto con un grupo de científicos estaban considerando la implementación de un programa destinado a la mitigación de los efectos de la presión antrópica sobre el piedemonte y que si la mayoría de las personas entrevistadas estaban dispuestas a financiar el programa, el pago sería obligatorio para todos los habitantes del Gran Mendoza. En caso que se decidiera no pagar el programa no se llevaría a cabo. Se les informó, además, 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 se debería efectuar mediante el impuesto de la municipalidad de forma anual durante 10 años conformando un fondo especial para la conservación del piedemonte.

La parte central del cuestionario presentó los conjuntos de elección. Cada conjunto de elección presentó cuatro alternativas, una de las cuales correspondía a la situación de *status quo*. A continuación, a las personas entrevistadas se les pedía que seleccionasen del conjunto de elección la alternativa preferida. Esta parte del cuestionario incluía algunas preguntas que recogían las razones de la elección realizada por el entrevistado (*debriefing questions*). La tercera y última parte del cuestionario fue diseñada para recoger datos socioeconómicos e información adicional sobre las personas entrevistadas. El tiempo promedio de las entrevistas fue de 30 minutos y no se detectaron signos de fatiga por parte de los participantes.

RESULTADOS

Un modelo CL se estimó inicialmente para detectar las relaciones entre los niveles de los atributos y la probabilidad de que los entrevistados escogiesen determinadas alternativas. Sin embargo, el test desarrollado por Hausman y McFadden rechazó el

supuesto de IIA al 99% de confianza desechando el modelo inicialmente estimado. Por lo tanto, se desarrolló un modelo más general como el modelo ML que permite superar las limitaciones del modelo CL.

Como se mencionó anteriormente, gran parte de las aplicaciones del modelo ML se centran en su capacidad para modelar la heterogeneidad en las preferencias de la población, empleando parámetros aleatorios. Por lo tanto, 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 modo que, se asumió que las preferencias de la población por los tres atributos físicos -cobertura vegetal, recreación, riesgo aluvional- eran heterogéneas y seguían una distribución triangular, mientras que las preferencias por el atributo monetario fueron asumidas homogéneas (tabla 2: Modelo 1, pág. 124). Se asumió una distribución triangular para los atributos físicos debido a la mayor probabilidad de ocurrencia que presentaron algunos de los niveles en relación con los otros niveles considerados (tabla 1, pág. 118). Para el atributo riesgo aluvional, el nivel más bajo de los posibles niveles que podría alcanzar este atributo fue el nivel más seleccionado; mientras que, para los atributos cobertura vegetal y recreación, los niveles más altos fueron los niveles más seleccionados dentro del rango de los niveles considerados.

El 6% 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 servicios ambientales considerados en el estudio. Estos ceros de protesta fueron omitidos del análisis debido a que los entrevistados, probablemente, tengan una disposición a pagar positiva y considerarla como cero conduciría a subestimar la verdadera disposición a pagar. Por lo tanto, el análisis cuantitativo se llevó a cabo con un subconjunto de 200 entrevistados.

Como se expone en la tabla 2 (pág. 124), (columna 1), los signos de los coeficientes de los parámetros aleatorios y no aleatorios son consistentes con las expectativas *a priori*, y la mayoría fueron estadísticamente significativos con un nivel de confianza del 99%, excepto el coeficiente de la recreación que resultó no estadísticamente significativo.

El signo positivo del coeficiente cobertura vegetal indica que los ciudadanos del Gran Mendoza prefieren el porcentaje actual de cobertura vegetal a porcentajes más bajos de cobertura. Esto implica que las alternativas con mayores porcentajes de cobertura vegetal tienen mayor probabilidad de ser seleccionadas. Mientras que el signo negativo de los coeficientes de las variables riesgo aluvional y pago sugiere que alternativas con mayores niveles de estos atributos presentan una menor probabilidad de ser seleccionadas; es decir, valores más altos de estos atributos disminuyen el bienestar de la población.

Tabla 2. Resultados de la estimación del modelo mixed logit
Table 2. Results of the mixed logit regression analysis.

Variable (Atributo)	Modelo 1 Coeficiente (Error Standard)	Modelo 2 Coeficiente (Error Standard)
<i>Parámetros aleatorios en las funciones de utilidad</i>		
Cobertura vegetal	0,072 ** (0,011)	
Recreación	0,005 (0,004)	
Riesgo aluvional	-0,232 ** (0,051)	-0,432** (0,116)
<i>Parámetros no aleatorios en las funciones de utilidad</i>		
Pago anual	-0,017** (0,004)	-0,018** (0,004)
Ingreso 2	0,154** (0,057)	0,157** (0,057)
Ingreso 3	0,186** (0,06)	0,191** (0,060)
Ingreso 4	0,145 * (0,074)	0,152 * (0,074)
Cobertura vegetal		0,072** (0,011)
Recreación		0,005 (0,004)
<i>Desviaciones estándar de las distribuciones de los parámetros no aleatorios</i>		
Cobertura vegetal		
Recreación	0,0002 (0,022)	
Riesgo aluvional	0,6603 (0,2995)	
<i>Heterogeneidad en la media</i>	0,0002* (0,19)	0,6166* (0,31)
Edad		0,0046* (0,0023)
<i>Log likelihood function</i>	-456,22	-454,05
<i>AIC</i>	2,33	2,31
<i>BIC</i>	2,43	2,40
<i>Pseudo-R²</i>	0,18	0,18
<i>Observaciones</i>	400	400

** Significativo en el nivel del 1% y *significativo en el nivel del 5%. Las estimaciones se obtuvieron utilizando 1000 repeticiones para simular la probabilidad de muestra (R). Variables: cobertura vegetal = porcentaje promedio de la superficie del piedemonte cubierta con vegetación; recreación = porcentaje de la superficie del piedemonte para esparcimiento y recreación; riesgo aluvional = riesgo medio de aluviones para el Gran Mendoza; Pago anual = pago en pesos (sujeto a un ajuste por inflación) por persona y por año para ser destinado a medidas de mitigación; Ingreso = variable continua que refleja el ingreso mensual del entrevistado, denotando con 2, 3 y 4 la alternativa específica (escenario BAU o la alternativa 1 se dejó fuera); Edad = variable continua que refleja la edad en años del entrevistado.

** Significant at 1% level and *significant at 5% level. Estimates were obtained using 1,000 random draws to simulate the sample likelihood. Variables: plant cover = average percentage of piedmont soil area covered by vegetation; recreation = percentage of piedmont area for leisure and recreation; alluvial risk = average risk of alluvium for Gran Mendoza; Annual payment = required payment per person per year for mitigation programmes in pesos (subject to adjustment for inflation); income = continuous variable reflecting the monthly income of the respondent, with 2, 3, and 4 denoting the specific alternatives (i.e., the business-as usual situation or alternative 1 was left out); age = continuous variable reflecting the age in years of the individual.

Por otro lado, el signo positivo de las variables ingreso indica que los entrevistados con mayores niveles de ingreso presentan una menor probabilidad de seleccionar la situación de *status quo*, es decir, presentan una mayor probabilidad de estar dispuestos a pagar por medidas de intervención que podrían mitigar simultáneamente la intensidad de los cambios de la cobertura vegetal y del riesgo aluvional.

El modelo también computa los estimadores de la distribución de los parámetros aleatorios (tabla 2: Modelo 1, pág. 124).

La desviación estándar de la distribución asumida para la variable riesgo aluvional fue estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 99%, lo que indica preferencias heterogéneas por cambios en el nivel de este atributo.

Por el contrario, la desviación estándar de la distribución asumida para los parámetros cobertura vegetal y recreación no fue estadísticamente significativa, lo que implica que las preferencias por cambios en estos atributos son homogéneas entre los entrevistados.

A partir de los resultados obtenidos de la estimación del Modelo 1 y con el objetivo de examinar el origen de la heterogeneidad en las preferencias por cambios en el nivel de riesgo aluvional se formuló el Modelo 2 (tabla 2: Columna 2, pág. 124). Para ello, en la función de utilidad se vinculó al atributo riesgo aluvional con la edad, el nivel de ingresos, el nivel de estudios, la vivencia de aluviones y demás información adicional de las personas entrevistadas. Sólo la edad resultó estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95% (tabla 2: Modelo 2, pág. 124). Este resultado sugiere que los individuos pertenecientes a diferentes grupos de edad perciben y valoran de diferente manera los cambios en el nivel de riesgo aluvional. Más específicamente, el signo positivo del coeficiente de la variable edad sugiere que las personas de mayor edad presentan una mayor probabilidad de seleccionar alternativas con mayores niveles de riesgo aluvional.

Como resultado de la estimación del Modelo 1, los atributos cobertura vegetal y recreación fueron incorporados en el Modelo 2 como parámetros no aleatorios. Como se expone en la tabla 2 (pág. 124), (columna 2), todos los coeficientes de los parámetros resultaron significativos con un nivel de confianza del 95% (excepto el coeficiente de la variable recreación que se mantuvo estadísticamente no significativo), además, todos los coeficientes mantuvieron los signos obtenidos en el Modelo 1, por lo que las relaciones entre los niveles de los atributos y la probabilidad de que los entrevistados escojan determinadas alternativas fueron las mismas que las detectadas en el Modelo 1. Es decir, alternativas con mayores porcentajes de cobertura vegetal, menores niveles de riesgo aluvional y menores pagos tienen mayor probabilidad de ser seleccionadas.

La bondad de ajuste de los dos modelos se basa en el pseudo- R^2 de McFadden (30). El poder explicativo de los modelos es adecuado de acuerdo con las normas condicionales (20).

La comparación de ajuste entre Modelo 1 y el Modelo 2 se basa en el criterio de información de Akaike la (AIC) y el criterio de información bayesiano (BIC)³.

3 El criterio AIC se define como $AIC = -2\ln L + 2n$, donde n es el número total de parámetros estimados en el modelo y el criterio BIC se define como $BIC = -2\ln L + n\ln(O)$, donde O es el número de observaciones independientes del experimento de elección discreta. Un modelo con un menor valor BIC o AIC es preferido a uno con un valor más alto.

Como se muestra en la tabla 2 (pág. 124), el Modelo 2 tiene un ajuste ligeramente superior en comparación con el Modelo 1, dado que el Modelo 2 reporta los valores más bajos para ambos criterios.

En la figura 2 (pág. 127) se representa la relación o tasa marginal de sustitución entre atributos, definida como la cantidad que, en promedio, un ciudadano del Gran Mendoza está dispuesto a ceder de uno de los atributos para obtener una unidad adicional de otro atributo, manteniendo su bienestar constante.

La tasa marginal de sustitución se infiere a partir de los coeficientes de los atributos que resultaron estadísticamente significativos en el Modelo 2. Todos los valores reflejan la media de la población con un intervalo de confianza del 95%.

Los intervalos de confianza se calcularon utilizando el procedimiento de Krinsky y Robb (1986) con 2.000 repeticiones.

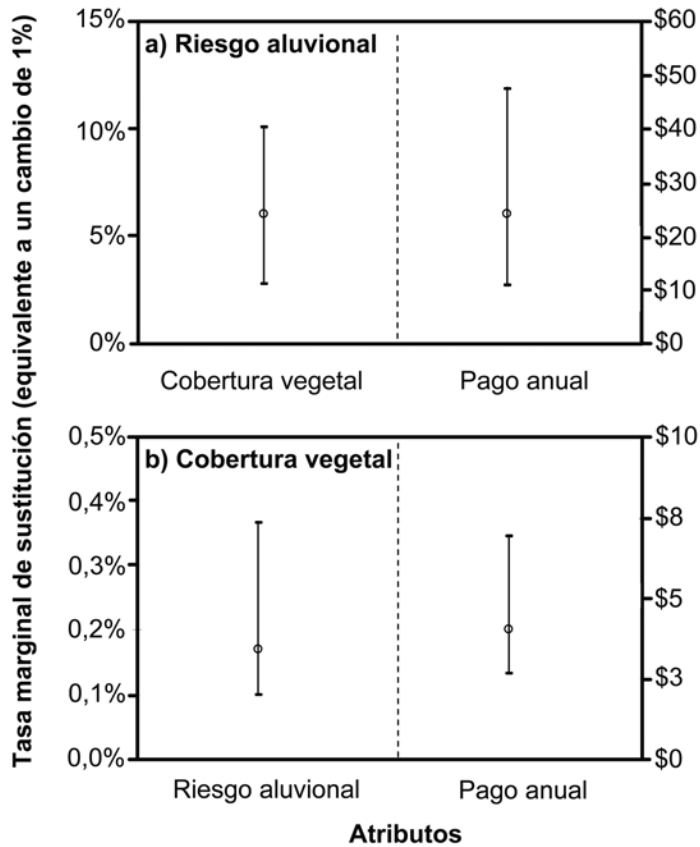
La tasa marginal de sustitución o valor marginal de cada atributo se puede inferir a partir del cociente β_n / β_{n-1} , donde β_n es el coeficiente del atributo de interés y β_{n-1} representa el coeficiente del atributo en cuyas unidades se está interesado en expresar el atributo de interés. De este modo, un ciudadano del Gran Mendoza por una disminución en un punto porcentual del riesgo aluvional, está dispuesto a pagar a partir de ahora, en promedio, como máximo 24,13 (10,9; 47,57) pesos, en moneda de 2013, al año durante 10 años y consentir como máximo, en promedio, una disminución de 6 (2,74; 10,05) puntos porcentuales de la cobertura vegetal. Del mismo modo, un ciudadano del Gran Mendoza por un incremento en un punto porcentual de la cobertura vegetal, está dispuesto a pagar a partir de ahora, en promedio, como máximo 4,02 (2,64; 6,93) pesos, en moneda de 2013, al año durante 10 años y consentir como máximo, en promedio, un incremento de un 0,17 (0,099; 0,365) puntos porcentuales del riesgo aluvional.

Además, suponiendo una elasticidad precio unitario de la demanda, una ganancia de bienestar por un incremento, por ejemplo, del 40% al 45% de la cobertura vegetal equivale, de acuerdo con la percepción de los ciudadanos del Gran Mendoza, a una pérdida en términos de bienestar por un incremento del riesgo aluvional del 10% al 10,8%.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados del estudio muestran que los efectos de la presión antrópica sobre el área aluvional del Gran Mendoza -vía la menor provisión de servicios ambientales- disminuyen el bienestar de los ciudadanos del Gran Mendoza.

En particular, los ciudadanos del Gran Mendoza tienden a preferir el porcentaje actual de cobertura vegetal a porcentajes más bajos de cobertura. Esto implica que una disminución en la cubierta vegetal del área aluvional del Gran Mendoza disminuye el bienestar de la población. Este resultado está en línea con los hallazgos de Riera *et al.* (2007), un estudio que estima los efectos sobre el bienestar de la población catalana por los posibles impactos físico-químicos y biológicos del cambio climático sobre la vegetación arbustiva del mediterráneo.



La tasa marginal de sustitución se expresa en términos relativos, con un intervalo de confianza del 95% para (a) una disminución de 1% del riesgo aluvional y (b) un incremento de 1% de la cobertura vegetal. Los atributos físicos se expresan como un porcentaje en el eje vertical de la izquierda, mientras que el atributo monetario se expresa en pesos en pesos (valor 2013) en el eje vertical de la derecha. (a) Una disminución del riesgo aluvional en un punto porcentual (por ejemplo, del 14% al 13%) equivale en términos de bienestar (1) a una disminución de la cobertura vegetal de 6 (2,74; 10,05) puntos porcentuales o (2) a un gasto anual de 24,13 (10,9; 47,57) pesos a partir de ahora y durante 10 años. (b) Un incremento de la cobertura vegetal en un punto porcentual (por ejemplo, del 40% al 41%) equivale en términos de bienestar (1) a un incremento del riesgo aluvional de un 0,17 (0,099; 0,365) puntos porcentuales o (2) a un gasto anual de 4,02 (2,64; 6,93) pesos a partir de ahora y durante 10 años. Las cifras entre paréntesis denotan los límites del intervalo de confianza al 95%.

Marginal rate of substitution in relative units of attributes, with 95% confidence intervals for (a) a decrease of 1% in alluvial risk, and (b) an increase of 1% in plant cover. Physical attributes are expressed as a percentage on the left-hand vertical axis, while the monetary attribute is expressed in pesos (2013 value) on the right-hand vertical axis. (a) A decrease in alluvial risk of one additional absolute percentage point (e. g., from 14% to 13%) offsets (1) a decrease in plant cover of 6 (2.74, 10.05) percentage points, or (2) the individual welfare equivalent of yearly expenditure of 24.13 (10.9, 47.57) pesos from now and over the next 10 years. (b) An increase in shrubland plant cover of one additional absolute percentage point (e. g., from 40% to 41%) offsets (1) an increase in alluvial risk of an additional 0.17 (0.099, 0.36) percentage points, or (2) the individual welfare equivalent of a yearly expenditure of 4.02 (2.64, 6.93) pesos from now and over the next 10 years. The figures in parentheses denoting the limits of the 95% confidence intervals.

Figura 2. Tasa marginal de sustitución.
Figure 2. Marginal rate of substitution.

Riera *et al.* (2007) utilizaron el método de los experimentos de elección discreta para estimar en términos monetarios los cambios en el bienestar social por cambios en tres atributos de la vegetación arbustiva sensibles al clima: cobertura vegetal, riesgo de incendios y erosión.

El estudio de Riera *et al.* (2007) encuentra que la disminución esperada de la cubierta vegetal como consecuencia del calentamiento global disminuye el bienestar de la población catalana.

Con respecto a la recreación, se encontró que una disminución transitoria de la superficie del piedemonte para el esparcimiento y la recreación no influye en el bienestar de los ciudadanos del Gran Mendoza. Esto podría estar indicando que una pérdida transitoria de recreación no preocupa a la población cuando la causa de esta se halla en la aplicación de medidas que mitigan la degradación del medioambiente.

Otro de los resultados hallados en el presente estudio muestra que mayores niveles de riesgo aluvional disminuyen el bienestar de los ciudadanos del Gran Mendoza. Este resultado coincide con los resultados obtenidos por Reynaud y Nguyen (2013), los autores estiman el valor que tiene para los hogares vietnamitas una reducción en el nivel de riesgo aluvional. Para ello, utilizaron el método de los experimentos de elección discreta para valorar diferentes políticas de gestión orientadas a la reducción del riesgo aluvional. Ellos concluyen que una reducción del riesgo aluvional incrementa el bienestar de los hogares vietnamitas. Resultados similares han sido documentados en otras investigaciones focalizadas en la valoración económica del riesgo aluvional (7, 8, 35, 50).

Los resultados del ejercicio de valoración son consistentes con la teoría económica del bienestar. La disposición a pagar estimada, por ejemplo, se incrementa con los ingresos. Resultados similares han sido encontrados en otros estudios de valoración (16, 49).

Las preguntas de *debriefing* relacionadas con los niveles de los atributos no revelaron inconsistencias. Estas respuestas fueron coherentes con la sección de valoración. Sólo en casos muy excepcionales y dentro de los niveles considerados, la cobertura vegetal tuvo un valor negativo y el riesgo aluvional uno positivo.

De la relación marginal de sustitución, se desprende que un incremento en un punto porcentual del riesgo aluvional es el efecto ambiental de origen antrópico sobre el área aluvional del Gran Mendoza que más preocupa a la población, seguido de una disminución en un punto porcentual de la cobertura vegetal y de una disminución transitoria en un punto porcentual de la recreación.

Desde un punto de vista social, este resultado implica que programas más focalizados en mitigar el incremento del riesgo aluvional son aquellos que incrementan en mayor medida el bienestar de los ciudadanos del Gran Mendoza.

Aunque no hubo una pregunta explícita que investigara la razón de esta preferencia, en las diferentes sesiones de trabajo el piedemonte fue percibido por la mayoría de los participantes como una barrera natural contra los aluviones y cuando a los participantes se les pedía que nombrasen los beneficios que el piedemonte brinda al conjunto de la sociedad, la defensa aluvional fue la expresión que más se mencionó en las diferentes sesiones de trabajo.

El análisis sobre las disposiciones marginales a pagar, sin embargo, presenta algunas limitaciones. Los valores marginales se estimaron utilizando un determinado rango de niveles para cada atributo (tabla 1, pág. 118), por lo tanto, no se pueden extender las conclusiones a niveles ubicados fuera del rango considerado debido a que la percepción de las personas entrevistadas por estos otros niveles podría variar significativamente conduciendo a otros resultados.

Por su parte, el atributo riesgo aluvional presentó una composición de preferencias heterogéneas entre la población entrevistada. Este resultado también ha sido documentado en otros estudios centrados en la valoración económica del riesgo aluvional (8, 35, 40).

La razón de tal heterogeneidad fue explorada a partir de la información adicional y de los datos socioeconómicos de las personas entrevistadas recogidos en el cuestionario.

Una posible explicación estuvo dada por la edad de las personas entrevistadas. Es decir, los individuos pertenecientes a diferentes grupos de edad perciben y valoran de diferente manera los cambios en el nivel de riesgo aluvional.

En particular, las personas de menor edad parecen estar más preocupadas por un incremento en el nivel de riesgo aluvional que las personas de mayor edad. Esto podría atribuirse a que personas de mayor edad tienen un mayor grado de adaptación al ambiente local, y por lo tanto, perciben y valoran los cambios en el nivel de riesgo aluvional en menor medida que las personas de menor edad, situación que debe ser investigada con mayor profundidad.

El uso de los métodos de preferencias declaradas para estimar el valor de bienes ambientales es algo controvertido, y algunos autores subrayan ciertos aspectos como la presencia de comportamiento estratégico, respuestas de protesta, efecto aprendizaje, cansancio, como posibles problemas relacionados con la aplicación de estos métodos de valoración. Atendiendo a ello, la aplicación empírica del método de los experimentos de elección discreta se realizó siguiendo las recomendaciones del informe NOAA (2) y de otra literatura más reciente (4, 11, 21) que proporcionan una buena guía sobre cómo atenuar los posibles defectos que surgen del uso de estos métodos.

Por ejemplo, diferentes sesiones de trabajo fueron llevadas a cabo durante el proceso de diseño del cuestionario y las combinaciones aleatorias entre los niveles de los atributos que conformaban los conjuntos de elección fueron percibidas como razonables y no se detectaron problemas de credibilidad ni de comprensión 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 provocaban rechazo por falta de credibilidad o presentaban mayor dificultad de comprensión.

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 los efectos de la presión antrópica sobre el área aluvional del Gran Mendoza -vía la menor provisión de servicios ambientales- disminuyen el bienestar de los ciudadanos del Gran Mendoza. Una particularidad del presente estudio es que no sólo estima el valor marginal de cada servicio ambiental en términos monetarios, sino que además lo hace en unidades de los otros servicios ambientales bajo análisis.

Los resultados de este estudio muestran que un incremento en un punto porcentual del riesgo aluvional es el efecto ambiental de origen antrópico sobre el área aluvional del Gran Mendoza que más preocupa a la población, seguido de una disminución en un punto porcentual de la cobertura vegetal y de una disminución transitoria en un punto porcentual de la recreación. Esta información puede ser de especial interés para los responsables de la gestión y planificación del territorio.

Por ejemplo, si un gestor se enfrentase a un presupuesto para ser dedicado a un programa tendiente a mitigar los efectos de la presión antrópica sobre el piedemonte, el gestor podría estar interesado en diseñar un programa en el cual el equilibrio entre cobertura vegetal, riesgo aluvional y recreación, reflejase la relación marginal de sustitución -*trade offs*- entre atributos percibida por los ciudadanos. Del mismo modo, el gestor puede estar interesado en evaluar si los costos del programa son menores, o al menos igualan, los beneficios que los ciudadanos obtendrían del mismo, ambos expresados en términos monetarios. De este modo se ha querido ilustrar cómo la valoración económica puede contribuir al diseño de medidas, programas o políticas orientados a mitigar la degradación del medioambiente.

En particular, la valoración económica permite a los responsables de la gestión pública tener en cuenta las preferencias sociales en el diseño de sus programas y actividades. Sin embargo, la medición y cuantificación del valor que tiene para la sociedad los bienes y servicios ambientales no es suficiente para el diseño de los mismos. El diseño de intervenciones orientadas a mitigar la degradación del medioambiente depende además de otros factores como las características y la gravedad de la degradación medioambiental, el uso del suelo, la actividad económica, los fondos disponibles, la experiencia y los conocimientos técnicos de los responsables, etc.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alcalá Jáuregui, J.; Rodríguez Ortiz, J. C.; Villaseñor Zuñiga, M. E.; Hernández Montoya, A.; García Arreola, M. E.; Beltrán Morales, F. A.; Rodríguez Fuentes, H. 2013. Vegetación bioindicadora de metales pesados en un sistema semiárido. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina.* 45(1): 27-42.
2. Arrow, K.; Solow, R.; Portney, P.; Leamer, E.; Radner, R.; Schuman, H. 1993. Report of the NOAA Panel on contingent valuation. 58(10): 4602-4614. Government Printing Office, Washington, D. C. USA. Federal Register.
3. Aylward, B.; Tognetti, S. 2002. Valuation of hydrological externalities of land use change: Lake Arenal case study, Costa Rica. En *Land-water linkages in rural watersheds: Case study series*, FAO. Roma, Italia.
4. Bateman, I.; Carson, R. T.; Day, B.; Hanemann, W. M.; Hanley, N.; Hett, T.; Jones-Lee, M.; Loomes, G.; Mourato, S.; O'zdemiroglu, E.; Pearce, D. W.; Sugden, R.; Swanson, J. 2002. *Economic valuation with stated preference techniques: a manual*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK. 480 p.
5. Bennett, J.; Blamey, R. 2001. *The choice modelling approach to environmental valuation*. Edward Elgar. Cheltenham: UK. 269 p.
6. Bermejillo, A.; Martí, L.; Cónsoli, D.; Salcedo, C.; Llera, J.; Valdés, A.; Venier, M.; Troilo, S. 2012. Aptitud para riego del agua subterránea basada en la salinidad y sodicidad en las perforaciones realizadas entre 2004 y 2010 en los Oasis Norte y Centro de Mendoza. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina.* 44(2): 221-240.
7. Botzen, W.; van den Bergh, J. 2012. Monetary valuation of insurance against climate change risk. *International Economic Review.* 53(3): 1005-1026.
8. Brouwer, R.; Akter, S.; Brander, L.; Haque, E. 2009. Economic valuation of flood risk exposure and reduction in a severely flood prone developing country. *Environment and Development Economics.* 14(03): 397-417.
9. Brown, M. 2005. Case study of watershed valuation in the Sama Biological Reserve, Bolivia. *The Nature Conservancy*.
10. Brownstone, D.; Train, K. 1999. Forecasting new product penetration with flexible substitution patterns. *Journal of Econometrics.* 89: 109-129.
11. Carson, R. T. 2000. Contingent valuation: a user's guide. *Environmental Science and Technology.* 34: 1413-1418.
12. Carson, R. T.; Carson, N.; Alberini, A.; Flores, N.; Wright, J. 1993. *A bibliography of contingent valuation studies and papers. Natural Resources Damage Assessment, La Jolla, California: USA.*
13. Cordero Camacho, D. 2003. PROCUENCAS, protección y recuperación de microcuencas para el abastecimiento de agua potable en la provincia de Heredia, Costa Rica. Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Arequipa, Perú. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/procuencas.pdf>
14. Costanza, R.; d'Arge, R.; de Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R.; Paruelo, J.; Raskin, R. G.; Sutton, P.; van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature Magazine.* p. 387.
15. Cruz, F.; Rivera, S. 2003. Valoración económica del recurso hídrico para determinar el pago por servicios ambientales en la cuenca del río Calan, Siguatepeque, Honduras. Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Arequipa, Perú.
16. Farreras, V.; Riera, P.; Mogas, J. 2005. Does gender matter in valuation studies? Evidence from three forestry applications. *Forestry.* 78: 239-248.
17. Hanley, N.; Mourato, S. Wright, R. 2001. Choice modelling approaches: a superior alternatives for environmental valuation? *Journal of Economics Surveys.* 15: 435-462.
18. Hausman, J.; McFadden, D. 1984. Specification tests for the multinomial logit model. *Econometrica.* 52: 1219-1240.
19. Hensher, D. 2001. *The mixed logit model: The state of practice and warnings for the unwary*. Institute of Transport Studies. University of Sydney. Faculty of Economics and Business.
20. Hensher, D.; Johnson, L. 1981. *Applied discrete choice modelling*. John Wiley and Sons, New York, New York, USA.
21. Hensher D.; Rose, J.; Greene, W. 2005. *Applied Choice Analysis: A Primer*. Cambridge University Press. Cambridge: RU. 742 p.

22. Hernández, O.; Cobos, C.; Ortiz, A.; Méndez, J. C. 2003. Valoración económica del servicio ambiental de regulación hídrica del lado sur de la reserva de la biosfera Sierra de las Minas, Guatemala". Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Arequipa, Perú. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/mendez.pdf>
23. Jones, C. A.; Pease, K. A. 1997. Restoration-based compensation measures in natural resource liability statutes. *Contemporary Economic Policy*. 15: 111-122.
24. Krinsky, I.; Robb, L. 1986. On approximating the statistical properties of elasticities. *The Review of Economics and Statistics*. 68(4): 715-719.
25. Landell-Mills, N.; Porras, I. 2002. Silver bullet or fool's Gold? A global review of markets for forest Environmental Services and Their Impact on the Poor. IIED, London.
26. Louviere, J. J. 1988. Analyzing individual decision making: metric conjoint analysis. En *Quantitative applications in the social sciences*. University Series N° 67. Sage. Newbury Park: CA.
27. Louviere, J.; Hensher, D.; Swait, J. 2000. *Stated choice methods: Analysis and applications*. Cambridge University Press: Cambridge. 418 p.
28. Manski, C. 1977. The structure of random utility models. *Theory and Decision*. 8: 229-254.
29. Martínez, C. F.; Cavagnaro, J. B.; Roig Juárez, F. A.; Cantón, M. A. 2013. Respuesta al déficit hídrico en el crecimiento de forestales del bosque urbano de Mendoza. Análisis comparativo en árboles jóvenes. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 45(2): 47-64.
30. McFadden, D. 1973. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. 105-142 in P. Zarembka, editor. *Frontiers in econometrics*. Academic Press, New York, New York, USA.
31. Mogas, J. 2004. Métodos de preferencias reveladas y declaradas en la valoración de impactos ambientales. *Economiaz*. 57(3): 12-29.
32. Mora Vega, Roy. 2012. Servicios ambientales y ecosistémicos: Conceptos y aplicaciones en Costa Rica. *Puentes*. 13(2): 6 p.
33. Morrison, M.; Bennett, J.; Blamey, R. 1999. Valuing improved wetland quality using choice modeling. *Water Resour. Res.* 35(9): 2805-2814.
34. Munizaga, M.; Alvarez-Daziano, R. 2001. Mixed logit vs. nested logit and probit models. 5th tri-annual Invitational Choice Symposium: Hybrid Choice Models, Formulation and Practical Issues.
35. Navrud, S.; Tuan, T. H.; Tinh, B. D. 2012. Estimating the welfare loss to households from natural disasters in developing countries: A contingent valuation study of flooding in Vietnam. *Global Health Action*. 5, 17609 - Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3402/gha.v5i0.17609>.
36. Orro Arcay, A.; García Benítez, F. 2004. Modelos logit mixto para la elección modal. Posibilidades y precauciones. VI Congreso Ingeniería del Transporte. Foro de Ingeniería del Transporte. Zaragoza, España.
37. Ortúzar, J. de D.; Willumsen, L. G. 1994. *Modelling Transport*. Segunda Edición, John Wiley and Sons, Chichester.
38. Pagiola, S., Landell-Mills, N.; Bishop, J. 2002. Making market-based mechanisms work for forests and people. En *Selling forest environmental services: Market-based mechanisms for conservation and development*. Pagiola, S.; Bishop, J.; Landell-Mills, N. (eds.), Earthscan, London. 261-289.
39. Pagiola, S.; Ruthenberg, I. M. 2002. Selling biodiversity in a coffee cup: shade-grown coffee and conservation in Mesoamerica. En *Selling forest environmental services: Market-based mechanisms for conservation and development*. Pagiola, S.; Bishop, J.; Landell-Mills, N. (eds.), Earthscan, London. 103-126.
40. Reynaud, A.; Nguyen, M. H. 2013. Valuing flood risk reductions. Working paper VCREME WP-01-2013.
41. Riera, P.; Peñuelas, J.; Farreras, V.; Estiarte, M. 2007. Valuation of climate-change effects on Mediterranean shrublands. *Ecological Applications*. 17: 91-100.
42. Salomón, M. 2009. Externalidades ambientales sobre la gestión y administración del Recurso Hídrico. Estudio de caso Cuenca Río Mendoza. XXII Congreso Nacional del Agua. Resúmenes de Trabajos: 174:255. Chubut.
43. Train, K. 2003. *Discrete Choice Methods with Simulations*, Cambridge University Press.
44. Ventura Quezada, O. 2003. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales de las praderas altoandinas en el Perú. Políticas para el manejo sostenible. Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Arequipa, Perú.
45. Vich, A. I.; Pedrani, A.; Ojeda, R.; Grünwaldt, E. G.; Cobos, D. 1993. Programa de investigación y desarrollo: Manejo ecológico del piedemonte. Ministerio de Medio Ambiente Urbanismo y Vivienda. Unidad de Manejo Ecológico de Cuencas - CRICYT: Mendoza. 154.

46. Vich, A. I.; Cobos, D.; Villegas, L. 2004. La erosión hídrica en el piedemonte árido de Mendoza. VI Jornadas de Investigación en Geografía. Organizada por la Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral (UNL). Santa Fe: 26 y 27 de Agosto.
47. Vich, A. I.; Ojeda, R.; Cobos, D.; Pedrani, A. 2005. Ecological management of the Andean Piedmont. Congreso AIG. Buenos Aires - USA.
48. Vich, A. I.; Ojeda, R.; Cobos, D.; Grünwaldt, E. G. 2007. Environmental degradation and flooding hazards. Proposal for its mitigation and control in central western Argentina. In Environmental change and rational water use. Olga E. Scarpatti y J. A. A. Jones (eds.), Orientación Gráfica Editora: Buenos Aires. 114-124.
49. Willis, K. G.; Garrod, G. D. 1998. Biodiversity values for alternative management regimes in remote UK coniferous forests: an iterative bidding polychotomous choice approach. *Environmentalist*. 18: 157-166.
50. Zhai, G.; Fukuzono, T.; Ikeda, S. 2007. Multi-attribute evaluation of flood management in Japan: A choice experiment approach. *Water and Environment Journal*. 21(4): 265-274.

Agradecimientos

A la Secretaría de Ciencia Técnica y Posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo por la financiación de este trabajo.