

ESTIMACIONES PARAMÉTRICAS, SEMIPARAMÉTRICAS Y NO PARAMÉTRICAS EN VALORACIÓN CONTINGENTE: APLICACIÓN A UN PROBLEMA DE CALIDAD DEL AIRE.

NÉLYDA CAMPOS REQUENA¹, FELIPE VÁSQUEZ LAVÍN² y ARCADIO CERDA
URRUTIA³.

RESUMEN

El presente artículo estima y compara mediante el uso de intervalos de confianza, las medidas de bienestar obtenidas a partir de las formas Paramétrica, No Paramétrica y Semiparamétrica, de una aplicación del método de Valoración Contingente. El estudio empírico estimó la disposición a pagar de los residentes de la ciudad de Talcahuano por la reducción en los niveles de olores molestos en la zona. Para el caso particular de este estudio se concluye que no existen diferencias significativas entre los tres tipos de estimaciones.

I. INTRODUCCIÓN

El método de Valoración Contingente (VC) crea un mercado hipotético para un determinado bien, en el cual se le consulta a las personas por su disposición a pagar (DAP), o alternatively por su disposición a aceptar (DAA), alguna cantidad de dinero ante algún cambio en la cantidad o calidad del bien y que influya en su bienestar. Con esto se puede obtener las medidas de bienestar para un bien público particular⁴.

Para la obtención de estas medidas, generalmente se utilizan estimaciones Paramétricas, siendo algunos de sus principales exponentes los trabajos de Hanemann (1984), Cameron y James (1987) y Cameron (1988). En los casos anteriores se obtienen las medidas de bienestar hicksianas (variación compensada o equivalente) a partir de la función indirecta de utilidad o de la función de gasto, a las cuales se les asigna alguna forma funcional y una distribución de probabilidad para los errores.

Dado que el investigador no conoce la forma funcional más correcta ni la distribución de probabilidad asociada a la DAP, es posible que se cometan sesgos importantes al momento de

¹ Estudiante Magister en Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente, Universidad de Concepción, Chile.

² Académico del Departamento de Economía de la Universidad de Concepción, Chile.

³ Académico del Departamento de Economía y Finanzas de la Universidad de Talca, Chile.

⁴ Para mayor detalle sobre el tema, ver Azqueta (1994) y Freeman III (1993).

estimar las medidas de bienestar. Con el fin de evitar este tipo de problemas, ha surgido en la literatura la sugerencia de usar estimaciones No Paramétricas, las cuales no necesitan de dichos supuestos. En este tipo de estimación se encuentran los trabajos de Kriström (1990) y Haab y McConnell (1997). A partir de estos modelos se calculan directamente la media y mediana de la DAP, utilizando solamente las respuestas a la pregunta dicotómica planteada a los individuos encuestados⁵.

Una tercera alternativa de estimación corresponde a las estimaciones Semiparamétricas. Aquí encontramos los trabajos de Creel y Loomis (1997) y Li (1996), donde al igual que en el caso paramétrico se intenta obtener parámetros, pero en este caso se pretende estimar consistentemente la probabilidad de aceptar una cantidad ofrecida, sin estimar individualmente la forma de la función de diferencias de utilidad indirecta ni la distribución de los errores. Esto es posible a través del método de máxima verosimilitud de libre distribución.

En cuanto a la literatura que aborda la comparación de estas tres formas de estimación, se encuentra el trabajo de Creel y Loomis (1997), donde junto con presentarnos su modelo, compara los resultados obtenidos de éste con el modelo de Hanemann y Kriström para un caso de aplicación en un país desarrollado. Los resultados mostraron que no existían diferencias significativas entre los tres modelos.

Para el caso de un país en desarrollo, la comparación de los tres tipos de estimación no ha sido abordada. Sin embargo, en Cerda *et.al* (1999) se hace una comparación entre el modelo de Hanemann y los modelos de Kriström y Haab y McConnell, para llegar a la conclusión de que no existen diferencias significativas entre los dos primeros, y que el resultado entregado por el último representa una cota inferior de la medida de bienestar.

El propósito de este artículo es hacer una estimación de las medidas de bienestar utilizando los tres tipos de metodologías propuestas en la literatura y luego compararlas, aplicadas a un caso particular. Para esto, se procederá a la construcción de intervalos de confianza para cada una de las medidas que arroja cada método y luego ver si se produce un traslape entre éstos. Los resultados obtenidos de dicha comparación pueden ser de gran ayuda para el tomador de decisiones, ya que le permitiría reducir la incertidumbre que enfrenta a la hora de valorar un determinado bien ambiental.

Junto con lo anterior, se intenta hacer una discusión sobre las implicancias de los resultados obtenidos para el caso particular de aplicación.

El artículo se enfoca al análisis de los resultados obtenidos, y lo que busca es mostrar si existen diferencias sustanciales a la hora de hacer una u otra estimación a partir de ciertos datos. Para su realización se utilizará una encuesta aplicada a los residentes de la ciudad de Talcahuano, la cual luego de ser depurada quedó en 1011 observaciones⁶.

En la próxima sección se hará un breve análisis de los modelos aplicados, para continuar en la sección 3 con la forma de comparación de las estimaciones de medidas de bienestar. En la sección 4 se hará una presentación del caso particular de aplicación, para luego ver los

⁵ Una comparación entre los modelos de Hanemann y Cameron son presentados en Vázquez (1998).

⁶ Los datos son resultado del proyecto N° 06-0001-013-A. CONAMA 1999. Para mayor detalle sobre el diseño y la encuesta misma, ver Cerda y Vázquez (1999-2000).

resultados y sus implicancias en la sección 5. En la sección 6 se presentan las principales conclusiones.

II. METODOLOGIA

En esta sección se describen brevemente los modelos de Hanemann para la estimación Paramétrica, los modelos de Kriström y Haab y McConnell para las estimaciones No Paramétricas y el modelo de Creel y Loomis para la estimación Semiparamétrica.

Lo que nos interesa obtener de cada modelo son las medidas de bienestar, las cuales según la literatura se pueden calcular como la media ($E(C)$) y/o mediana (C^*) de la DAP, en donde C representa la verdadera DAP del individuo. La media es la esperanza matemática de la suma de dinero que el individuo estaría dispuesto a pagar para que se produzca la mejora, o sea, que se lleve a cabo el proyecto, y así quedar "tan bien" como antes, mientras que la mediana se define como la cantidad de dinero necesaria para que la persona esté justo en el punto de indiferencia entre mantener el uso del bien o renunciar a éste.

II.1. Modelo de Hanemann

Este modelo es conocido como "*diferencia en la función de utilidad indirecta*". Aquí se centra principalmente en la obtención de medidas de bienestar hicksianas a partir de los datos obtenidos de las respuestas binarias mediante la función de utilidad indirecta.

La función de utilidad indirecta es del tipo $\nu_j = \nu_j(P, Y; q_j) + \varepsilon_j$; donde $j = 0$ para la situación inicial y $j = 1$ para la situación luego de la mejora ambiental; P es el precio de los bienes; Y es el ingreso; q es la calidad ambiental y ε_j es un error aleatorio de media 0.

Los individuos pueden optar a una mejora en la calidad ambiental, por la cual deben pagar una cierta cantidad A_i , donde el subíndice i indica las distintas cantidades que se encuentran dentro del vector de pagos. Pero se debe tener presente que A_i no es necesariamente la verdadera DAP del individuo (la cual se designa por C), por ello, la probabilidad de obtener una respuesta afirmativa por parte del encuestado será la probabilidad de que su verdadera DAP sea mayor o igual a la cantidad que se le está ofreciendo. De igual forma esto se puede expresar como:

$$Prob(SI) = Prob[\nu_1(P, Y - A_i; q_1) + \varepsilon_1 > \nu_0(P, Y; q_0) + \varepsilon_0]$$

Si se agrupan los errores, $\eta \equiv \varepsilon_0 - \varepsilon_1$; y se define $\Delta\nu \equiv \nu_1(P, Y - A_i; q_1) - \nu_0(P, Y; q_0)$, entonces:

$$Prob(SI) = Prob(\Delta\nu > \eta) = F_\eta(\Delta\nu) \quad (1)$$

donde F_η es la función de distribución acumulada de η .

Para la obtención de las medidas de bienestar, el nivel de indiferencia entre pagar o no la cantidad ofrecida, se da cuando A_i es igual a la verdadera valoración C . Para el caso de una función de utilidad indirecta lineal $\nu = \alpha + \beta Y + \varepsilon$, la diferencia de la función de utilidad estará dada por:

$$\Delta = \alpha - \beta A_i$$

La media y mediana de la disposición a pagar coinciden y están dadas por:

$$E(C) = C^* = \alpha/\beta.^7$$

II.2. Modelo de Kriström

Este modelo se basa en la construcción de una *Función de Supervivencia de la DAP*. Para ello se trabaja directamente con las respuestas dicotómicas, especificando las distintas cantidades ofrecidas (A_i) y sus respuestas afirmativas (k_i) del total de encuestas realizadas (n_i). Luego se construye una secuencia de proporciones de aceptación (π_i) la cual, si es monótona no creciente, provee un estimador de máxima verosimilitud de libre distribución de las probabilidades de aceptación (Ayer *et al* 1955).

$$\pi_i = \frac{k_i}{n_i} \quad (2)$$

Junto a las cantidades ofrecidas se añaden los valores umbrales, o sea $A_i = 0$ lo que implicaría una proporción $\pi_i = 1$; y un valor arbitrario $A_i = T$ de tal forma que la función de supervivencia de la DAP corte el eje horizontal, o sea $\pi_i = 0$.

Para este modelo, la media se puede calcular, de acuerdo a lo propuesto por Duffield y Patterson (1991), como sigue:

$$E(C) = \sum \Delta A_i \pi_i \quad (3)$$

donde:

$$\Delta A_i = \frac{(A_{i+1} - A_{i-1})}{2}, \quad \text{si } i = 2, \dots, k - 1$$

$$\Delta A_i = A_i + \frac{(A_2 - A_1)}{2},$$

$$\Delta A_k = \frac{(A_k - A_{k-1})}{2} + (T - A_k), \text{ donde } k \text{ es la última cantidad ofrecida.}$$

⁷ Una completa descripción de las medidas de bienestar se encuentra en los trabajos de Cerda *et al* (1997) y Vásquez *et al.* (2000).

Para el caso de la mediana, ésta se obtiene mediante un proceso de interpolación lineal en que se busca el valor en que el individuo está indiferente entre aceptar o no la cantidad ofrecida, o sea, cuando $\pi_i = 0,5$. Esta forma de obtener la mediana es la misma para los dos modelos No Paramétricos.

II.3. Modelo de Haab & McConnell

En este modelo se hace un análisis con las respuestas negativas (h_i) frente a las cantidades ofrecidas A_i . Aquí p_i es la probabilidad de que la verdadera $DAP(C)$ esté en el intervalo (A_{i-1}, A_i) , y F_i es la función de distribución acumulada la cual debe cumplir la condición de ser monótona creciente.

$$F_i = \frac{h_i}{h_i + k_i} \quad (4)$$

$$p_i = F_i - F_{i-1}, \quad \text{con } F_0 = 0 \quad (5)$$

La media encontrada en este tipo de estimación es una cota inferior de la DAP del individuo y está dada por:

$$E(\text{Lim. inf } DAP) \sum_{i=1}^{i+1} A_{i-1} p_i \quad (6)$$

II.4. Modelo de Creel & Loomis

El estimador Semiparamétrico obtenido de la aplicación del modelo fue propuesto por Creel (1995).

La probabilidad de aceptar una determinada cantidad ofrecida es:

$$P(x, A) = F_\varepsilon(\Delta v) \quad (7)$$

donde:

- x = variables exógenas, como ingreso y otras variables socioeconómicas.
- A = cantidad ofrecida.

$F_\varepsilon(\Delta v)$ y Δv son de forma desconocida, por ello este modelo asume que $F_\varepsilon(\Delta v)$ debe ser estrictamente continua y creciente, y Δv doblemente diferenciable y continua en todos sus argumentos. Entonces, lo que se busca es estimar $P(x, A)$ consistentemente, lo que permitirá obtener las medidas de bienestar, sin la necesidad de estimar F_ε y Δv individualmente.

Lo que se hace es considerar una función de distribución logit, $\Lambda(\varepsilon) = [1 + \exp(-\varepsilon)]^{-1}$, la cual cumple la condición de ser continua y creciente, y por lo tanto invertible.

Si se define $h(x, A) \equiv \Lambda^{-1}[F_\varepsilon(\Delta v)]$, se tiene que:

$$P(x, A) = \Lambda(h) = F_\varepsilon(\Delta v) \quad (8)$$

Por su construcción, el par $(F_\varepsilon, \Delta v)$ es equivalente a (Λ, h) , en donde es posible seleccionar arbitrariamente Λ e intentar determinar $h(x, A)$.

La ventaja de esto es que como la función $h(x, A)$ es desconocida, pero la especificación estocástica es conocida (logit), se puede realizar la estimación mediante máxima verosimilitud.

La función desconocida $h(x, A)$ se puede aproximar usando el modelo de forma funcional flexible Fourier⁸.

Si se agrupan las variables en X , tal que $X = \{x, A\}$, la diferencia de utilidad Semiparamétrica se especifica como:

$$\Delta v = \sum_{a=\{x\}} \beta_a \ln a + \sum_{a=\{x\}} \mu_a \cos [s_a(\ln a)] + \sum_{a=\{x\}} u_a \sin [s_a(\ln a)] \quad (9)$$

donde: $s_a(\ln a)$ se obtiene restando a cada variable (luego de tomar logaritmo natural) el mínimo valor, luego dividiendo por el máximo, tal que la variable se encuentre entre $[0,1]$. Luego se multiplica por $2\pi - 0.00001$, tal que el resultado final se encuentre en el intervalo $[0, 2\pi - 0.00001]$.

Creel (1995) muestra que $h(X, \theta)$ converge uniformemente a $h(x, A)$, donde θ es el estimador de máxima verosimilitud obtenido usando un proceso de estimación logit.

Como se obtiene consistencia sin supuestos sobre la forma funcional y la distribución, se puede hablar de un estimador Semiparamétrico.

La ventaja de este estimador semiparamétrico es que restringe la probabilidad estimada al intervalo $[0, 1]$ durante la estimación.

Una vez estimados los θ 's, es posible calcular $\Lambda[h(X, \theta)]$ que es igual a $P(x, A)$ y con ello obtener las medidas de bienestar, en donde la media se obtuvo aplicando la Regla de Simpson de integración y para la mediana se buscó el valor que hacía a la ecuación (9) igual a cero.

$$\begin{aligned} \text{Media } (E(C)) & : E(C) = \int p(X, A) dA \\ \text{Mediana}(C^*) & : P(x, C^*) = 0.5 \end{aligned}$$

⁸ Para mayor detalle, ver Gallant (1982).

III. METODO DE COMPARACIÓN

La comparación entre las medidas de bienestar obtenidas a partir de las distintas estimaciones se realizará a través de una prueba de hipótesis, la cual consiste en la construcción de intervalos de confianza y ver si éstos se interceptan. Para que las medidas sean considerablemente iguales, bastaría con que los intervalos se crucen o traslapen. Si los intervalos no se traslapan, entonces las medidas no son significativamente iguales.

En el caso de la estimación Paramétrica y Semiparamétrica, si bien las medidas de bienestar son variables aleatorias, no es posible conocer sus varianzas a través de la estimación. Para estimarlas se utiliza un proceso de simulación sugerido por Krinsky y Robb(1986) en que se genera una muestra aleatoria de los coeficientes del modelo. Como los parámetros estimados se distribuyen asintóticamente normal con matriz de varianza-covarianza V y media b, se generan los muestreos aleatorios para los coeficientes a partir de una distribución normal multivariada. Luego para cada muestra se calcula una nueva medida de bienestar, formando así una distribución "empírica". La muestra es ordenada de forma ascendente y el intervalo de confianza se obtiene eliminando un porcentaje igual a $\alpha/2$ (con α nivel de significancia) de las colas de la distribución⁹.

Para las estimaciones No Paramétricas este problema no se da, ya que las varianzas necesarias para la construcción de los intervalos de confianza se obtienen directamente. En el caso del modelo de Kriström se puede calcular la varianza de C (estimada según el planteamiento de Duffield y Patterson) directamente, la cual estará dada por la siguiente relación funcional:

$$Var(C) = \sum \frac{(\Delta A_i)^2 \pi_i (1 - \pi_i)}{n_i} \quad (10)$$

En el caso del modelo de Haab y McConnell la varianza de la medida de bienestar será:

$$Var(\sum A_{i-1} p_i) = \sum A_i^2 [Var(F_i) + Var(F_{i+1})] - 2 \sum A_i A_{i-1} Var(F_i) \quad (11)$$

donde:

$$Var(F_i) = \frac{F_i(1 - F_i)}{h_i + k_i}$$

IV. CASO DE APLICACION

Uno de los problemas ambientales más relevantes en la 8^a región de Chile tiene que ver con la contaminación del aire por malos olores. Esto se refleja más profundamente en la ciudad de Talcahuano, en donde producto de las emisiones de la industria pesquera derivadas de su proceso productivo (plantas procesadoras de harina de pescado principalmente), se generan malos olores que deterioran la calidad de vida de los residentes del lugar¹⁰.

⁹ Este método de simulación fue aplicado en Valoración Contingente por Park, Creel y Loomis(1991).

¹⁰ En la encuesta realizada, los individuos asociaron como principal fuente de emisión de malos olores a las plantas pesqueras (más del 80%).

En 1994 el Servicio de Salud de Talcahuano (SST) estableció un convenio con las empresas procesadoras de harina de pescado para reducir continua y paulatinamente los olores molestos que generaban dichas empresas. En 1999 se realizó una encuesta en la zona para poder determinar el valor que otorgaban los residentes de la zona a la calidad del aire, para lo cual se les planteó la creación de un fondo de dinero que financiaría proyectos que tendieran a la reducción de los índices de olores molestos, por un período de cinco años. A dicho fondo contribuirían la Municipalidad, la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), empresas procesadoras y la población de Talcahuano¹¹.

El tamaño de la muestra fue inicialmente de 1445 observaciones, y luego de depurar los datos quedó en 1011 observaciones. En la encuesta se les consultaba a las personas si estaban dispuestas a pagar una determinada cantidad mensual durante un período de cinco años para así mejorar el índice de olores molestos en Talcahuano. En general se omitieron las encuestas con respuestas del tipo "no sé" o "no responde", y aquellas en que los individuos mostraban un completo rechazo a la situación planteada, o sea, en las que decían no tener una DAP, ya sea porque creían que el proyecto no se llevaría a cabo, o porque creían que no eran ellos los que debían pagar.

Además, luego de realizar algunos estudios preliminares, se llegó a cuatro cantidades a ofrecer aleatoriamente en la muestra¹². Estas cantidades fueron: 200, 2800, 5300 y 7900 pesos chilenos.

Entonces, previa presentación del problema, a cada entrevistado se le ofrecía aleatoriamente una de las cantidades, y así éste podía manifestar si estaba o no dispuesto a pagarla.

A partir de las respuestas de los encuestados, se podrá obtener la medida de bienestar, y con ello la autoridad podrá contar con una medida aproximada del valor que otorgan los individuos al bien ambiental.

V. RESULTADOS E IMPLICANCIAS

En el Cuadro N°1 se presenta un resumen de las respuestas de los individuos frente a una determinada cantidad a pagar ofrecida.

CUADRO N°1
RESUMEN DE DATOS

Cantidad Ofrecida (\$ mensuales)	Total de respuestas	Respuestas Sí	Respuestas No
200	266(27%)	213(80%)	53(20%)
2800	237(23%)	125(53%)	112(47%)
5300	257(25%)	69(27%)	188(73%)
7900	251(25%)	64(25%)	187(75%)

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de esta investigación

¹¹ Mayores detalles del caso se encuentran en Cerda y Vásquez (1999-2000).

¹² Ver Cerda y Vásquez (1999-2000).

Para la aplicación de los modelos se ha considerado como única variable explicativa el vector de pagos, esto principalmente con el fin de comparar los tres tipos de estimación bajo el mismo set de variables explicativas (recordemos que los modelos No Paramétricos utilizan solamente ésta variable para la obtención de las medidas de bienestar).

Los resultados de las estimaciones de los modelos se presentan en el Cuadro N°2, para lo cual se utilizó el paquete computacional Limdep en su versión 7.0.

Para la estimación Paramétrica se utilizó la forma funcional lineal y una distribución logística. Los coeficientes obtenidos son estadísticamente significativos al 1% y tienen los signos esperados. Para la forma funcional descrita se debe recordar que la media y mediana coinciden, entregando un valor de 3518 pesos mensuales. El intervalo de confianza, estimado en (3091 – 3914) pesos por mes, se obtuvo del proceso de simulación de los coeficientes, con un nivel de significancia del 5%.

En los resultados de la estimación No Paramétrica se puede ver cómo el modelo de Haab y McConnell representa una cota inferior de la media con un valor de 2866 pesos al mes. Para el modelo de Kriström se incluyeron los valores umbrales 0 y 9500, con lo cual la media obtenida fue de 3786 pesos al mes. La mediana para ambos modelos No Paramétricos es la misma y toma el valor de 3065 pesos al mes.

Para el modelo Semiparamétrico los coeficientes son estadísticamente significativos al 1% para μ , 1.21% para ν , y al 15.87% para β , presentando los signos esperados.

CUADRO N°2
RESULTADO DE ESTIMACIONES

Modelo	Media (valores en \$ por mes)	Mediana (valores en \$ por mes)
Paramétrico: Hanemann (lineal)	3518	3518
	(3091 – 3914)	(3091 – 3914)
No Paramétrico: Kriström	3786	3065
	(3535 – 4037)	(2800 – 5300)
No Paramétrico: Haab y Mc Connell	2866	3065
	(2232 – 3499)	(2800 – 5300)
Semiparamétrico: Creel y Loomis	3392	2837
	(3115 – 3661)	(2263 – 3316)

Fuente: Elaboración propia en base a antecedentes de esta investigación

Las medidas no son estadísticamente diferentes entre los distintos modelos, a excepción de la media de Haab y McConnell, cuyo intervalo de confianza no se traslapa con el de Kriström, pero ello podría ser explicado porque la media de Haab & McConnell representa una cota inferior de la medida de bienestar. Respecto a la mediana se aprecia que no es estadísticamente distinta para los tres tipos de estimación.

Como se observa, las medidas de bienestar no difieren significativamente una de otra para

los tres tipos de estimación analizados en éste artículo. Sin embargo, la pregunta que surge ahora es qué valor usar y cómo influirá éste en la toma de decisiones.

Lo primero que se debe notar es que para los proyectos que tengan que ver con bienes y/o servicios ambientales que no poseen un mercado, (como es el caso de un proyecto de reducción de la contaminación del aire) el tomador de decisiones conoce los costos que implicará la puesta en marcha de éste, pero no tiene un claro valor de los beneficios obtenidos de él.

Por lo anterior es que la utilización de los métodos planteados aquí pueden dar una aproximación de tales beneficios económicos y así poder hacer un balance entre costos y beneficios. Lo que se debe tener presente es que, si bien para la obtención de las medidas de bienestar se les consultó a los individuos por una DAP, no necesariamente se llevará a cabo dicho cobro.

Debido a la incertidumbre generada por la aleatoriedad de las medidas de bienestar es razonable sugerir que el tomador de decisiones considere un intervalo de valores estimados que permitan dar cuenta de los resultados más probables en la evaluación del proyecto. O bien, si se requiere un valor puntual, se recomienda usar una medida conservadora. Se puede tomar un intervalo de 2800 y 3800 pesos al mes, que corresponde a los límites aproximados en que se encuentran las medidas de bienestar, o un valor puntual de 2837 pesos al mes, que corresponde a la medida más conservadora (la mediana Semiparamétrica).

Para el año en que se aplicó la encuesta (1999), se habían gastado cerca de 20 millones de dólares en los últimos 5 años con el fin de reducir la contaminación del aire por malos olores en Talcahuano, lo que significa una cifra alrededor de 9600 millones de pesos (a un tipo de cambio de 480 pesos por dólar del año 1999).

Si se desea agregar los resultados obtenidos, primero se debe definir sobre quién hacerlo. Al no existir un patrón determinado al respecto, la elección de la población relevante será arbitraria. Como la muestra que fue objeto de estudio fue tomada de las áreas más afectadas de la zona, será ésta población la relevante para la agregación de los datos. Las áreas más afectadas alcanzan a 148.573 personas, en donde si se considera un promedio de cuatro personas por hogar se tiene a 37.143 familias, sobre quienes se agregarán los resultados.

Entonces, agregando las medidas obtenidas a la población relevante, se observa que la medida de bienestar se encuentra en un rango de 104000400 a 141143400 pesos al mes para el intervalo de valores elegido. Para el valor puntual la medida de bienestar será de 105374691 pesos al mes.

Si se proyectan estos valores a cinco años (sin hacer corrección monetaria) se obtiene valores que van desde los 6240 millones a 8468 millones de pesos aproximadamente. Si se comparan estos valores con los costos en que han incurrido las empresas procesadoras estos últimos cinco años, es posible apreciar que los beneficios reportados por las mejoras en la calidad del aire son cercanos a los costos en que se ha incurrido para ello. Hay que notar, que si bien la cifra de costos es superior a la de beneficios, estos últimos pueden ser mucho mayores debido a que la población considerada relevante puede ser no tan sólo la población más afectada de Talcahuano, sino que puede ser toda su población, e incluso la de sectores cercanos. También se debe considerar que existen individuos que no viviendo en Talcahuano se desplazan a esta ciudad por motivos de trabajo, por lo que una mejora en los índices de olores también les reportaría beneficios. Además, se debe tener en cuenta

que tampoco se están considerando a generaciones futuras que se verán beneficiadas por las inversiones realizadas para reducir este tipo de contaminación.

VI. CONCLUSIONES

Ante el creciente interés en el uso de bienes y servicios que nos provee el medio ambiente, surgen distintas metodologías que buscan estimar, de la forma más confiable posible, las medidas de bienestar asociadas a dichos bienes, lo cual puede entregar pautas de decisión para los tomadores de decisiones respecto a la implementación de algún tipo de política ambiental.

Estos tipos de metodologías han sido implementadas como una fuente importante de información para la toma de decisiones, de ahí que la entrega de resultados más confiables se hace cada día más necesario.

El objetivo del presente estudio era aplicar las distintas metodologías existentes para la obtención de medidas de bienestar y luego compararlas para ver si difieren significativamente una de otra en un caso particular de estudio. Con esto, los tomadores de decisiones podrán contar con distintas formas de estimación del valor económico del bien ambiental, pudiendo emplearlas en forma complementaria para los distintos estudios de política ambiental.

Como generalmente se han utilizado estimaciones Paramétricas, se intentó ver cómo se comparaban sus resultados con los obtenidos a partir de estimaciones No Paramétricas y Semiparamétricas, en una aplicación a un bien ambiental particular de un país en vías de desarrollo. Los resultados arrojaron que las medidas de bienestar obtenidas a partir de los tres enfoques no difieren significativamente una de la otra.

Si se considera la media de cada modelo, se aprecia que todos los intervalos de confianza se traslaparon a excepción de la media de Kriström con la de Haab & McConnell, pero su explicación podría ser que la segunda está representando una cota inferior de la medida de bienestar. Estos resultados nos dan una gran confianza en la medida obtenida.

Por otro lado, la mediana obtenida a partir de los distintos enfoques, nos muestran que no difieren en forma significativa entre ellas, ya que todos los intervalos de confianza se traslapan. La mediana nos aporta un valor económico menor a los entregados por la media, de ahí que muchas veces sea preferible trabajar con ésta, ya que nos da una medida conservadora, lo cual es importante para países en vías de desarrollo.

Si el tomador de decisiones debe optar por alguna medida, siempre es recomendable trabajar con un intervalo de valores, como (2800 - 3800) pesos por mes, pero de necesitar una medida puntual se recomienda utilizar una medida conservadora como la mediana Semiparamétrica.

Con estos resultados, se puede sugerir a los tomadores de decisiones, trabajar con la medida más conservadora, ya que para países como el nuestro, aún el gasto que las familias están dispuestas a realizar para mejoras de bienes ambientales es baja.

Al agregar los valores de las medidas encontradas a la población más afectada de Talcahuano y proyectándola a cinco años, se ha podido ver que los costos en que han incurrido las empresas procesadoras para mejorar los niveles de olores en la zona, son cercanos a los beneficios económicos percibidos por los residentes a través del valor económico que otorgan

a una mejora en la calidad del aire.

Respecto a cuál enfoque utilizar no existe consenso, pero se podría seguir utilizando las estimaciones Paramétricas, principalmente, por su fácil aplicación y porque nos otorga medidas eficientes bajo los supuestos correctos. Sin embargo, se sugiere complementarla con las Semiparamétricas, ya que con ellas se puede reafirmar los resultados obtenidos. Además, para ambas metodologías se puede incorporar otras variables explicativas importantes que pueden influir directamente en las medidas obtenidas como son el ingreso familiar, educación del jefe de hogar, edad, etc., y que bajo el enfoque No Paramétrico no es posible incorporar, por lo que el uso de éste método se restringiría únicamente a los casos en que se busca medidas no condicionales.

En resumen, se pudo ver que los resultados obtenidos en este estudio, reafirman lo encontrado en el artículo de Cerda *et.al* (1999), al no encontrar diferencias significativas entre los modelos de Hanemann y Kriström, además de mostrar que el valor de la medida de bienestar de Haab y McConnell representa una cota inferior. Junto a esto se agregó la medida de bienestar obtenida a partir de un modelo Semiparamétrico, el que a pesar de requerir mayor trabajo es más flexible que los anteriores, al darnos mayor libertad respecto a los supuestos utilizados. Se pudo ver que los resultados obtenidos de éste último modelo no difieren significativamente de los anteriores, lo cual puede ser considerado como una ayuda complementaria a la hora de encontrar el valor económico de un bien ambiental.

REFERENCIAS

- AZQUETA, D. 1994. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. McGraw-Hill, Madrid, España.
- CAMERON, T. 1988. A New Paradigm for Valuing Non-Market Goods Using Referendum Data. *Journal of Environmental Economics and Management*. 15: 355-379.
- CAMERON, T. y JAMES, M. 1987. Efficient Estimation Methods for "Closed-Ended" Contingent Valuation Surveys. *The Review of Economics and Statistics*. 69: 269-276.
- CERDA, A. y VÁSQUEZ, F. 1999-2000. Diagnóstico de requerimientos de información económico ambiental como apoyo a los análisis generales del impacto económico y social de los planes de prevención y descontaminación y de las normas de calidad ambiental y de emisiones. Parte I. Contrato 06-0001-013-A. Comisión Nacional del Medio Ambiente, (CONAMA).
- CERDA, A., VÁSQUEZ, F. y ORREGO, S. 1997. Valoración Contingente y estimación económica de los beneficios recreacionales de la playa de Dichato (Tomé-Chile). *Revista Economía y Administración*. Vol. 48:75-88.
- CERDA, A., VÁSQUEZ, F. y ORREGO, S. 1999. Diferencias entre estimaciones Paramétricas y No Paramétricas de medidas de bienestar: Aplicación para países en desar-

- rollo. Documento de Trabajo en Economía N°4, Depto. de Economía, Universidad de Concepción. Chile.
- CREEL, M. 1995. A Semi-nonparametric Distribution-Free Estimator for Binary Discrete Responses. Revision of Working Paper 267.94, Dept. of Ec. Hist., Univ. Autónoma de Barcelona. España.
- CREEL, M. y LOOMIS, J. 1997. Semi-nonparametric Distribution-Free Dichotomous Choice Contingent Valuation. *Journal of Environmental Economics and Management*. 32: 341-358.
- DUFFIELD, J. y PATTERSON, D. 1991. Inference and Optimal Design for Welfare Measure in Dichotomous Choice Contingent Valuation. *Land Economics*. 67(2):225-239.
- FREEMAN III, M. 1993. *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*". Resource for the Future, Washington D.C.
- GALLANT, A.R. 1982. Unbiased Determination of Production Technologies. *J. Econometrics*. 20: 285-323.
- HAAB, T. y McCONNELL, K. 1997. Referendum Models and Negative Willingness to Pay: Alternative Solutions. *Journal of Environmental Economics and Management*. 32: 251-270.
- HANEMANN, M. 1984. Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Responses. *American Journal of Agricultural Economics*. 66: 322-341.
- KRINSKY, I. y ROBB, I. 1986. On Approximating the Statistical Properties of Elasticities. *The Review of Economics and Statistics*. 68:715-719.
- KRISTRÖM, B. (1990). A non-parametric approach to the estimation of welfare measures in discrete response valuation studies. *Land Economics*. 66:135-139.
- LI, CHUAN-ZHONG. 1996. Semiparametric Estimation of the Binary Choice Model for Contingent Valuation. *Land Economics*. 72 (4) : 462-473.
- PARK, T. , LOOMIS, J. y CREEL, M. 1991. Confidence Intervals for Evaluations Benefit Estimates from Dichotomous Choice Contingent Valuation Studies. *Land Economics*. 67 (1): 64-73.
- VÁSQUEZ, F. 1998. Comparación de Interpretaciones Teóricas para el Formato de Pregunta Binaria en Valoración Contingente. Tesis de grado, Magíster de Recursos Naturales y del Medio Ambiente, Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Concepción.

VÁSQUEZ, F., CERDA, A. y ORREGO, S. 2000. Evidencia Empírica de Dualidad en Valoración Contingente con Formato Binario. *Lecturas de Economía*. 53:7-31.