

DETERMINANTES SOCIOECONÓMICOS DEL RECICLAJE EN LA PAZ, BOLIVIA: UN ANÁLISIS DE POLÍTICA PÚBLICA**SOCIOECONOMIC DETERMINANTS OF RECYCLING IN LA PAZ, BOLIVIA: A PUBLIC POLICY ANALYSIS****María del Pilar Osorio Borrero***Programa Doctoral en Economía y Administración**Universidad Privada Boliviana*

pilarosorio@lp.upb.edu

(Recibido el 30 junio 2019, aceptado para publicación el 15 noviembre 2019)

RESUMEN

Se realiza el análisis de factores determinantes en la probabilidad de reciclar en la ciudad de La Paz mediante información de la Encuesta de Hogares del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz 2016. El estudio identifica las variables socioeconómicas que tienen mayor efecto en la probabilidad de reciclar a través de un modelo Probit. Así mismo, se evalúa el impacto de la implementación de los puntos verdes de recolección de material de reciclaje en la ciudad, como estrategia de política pública ambiental a través de la estimación de la distancia como vínculo del programa y la decisión de reciclar, comprobando los efectos de política mediante estimaciones econométricas de matching, estimadores de interacciones de variables y modelos semiparamétricos.

Palabras Clave: Reciclaje, Política Pública, Evaluación de Impacto.**ABSTRACT**

The analysis of determinants in the probability of recycling in the city of La Paz through information from the Household Survey of the Autonomous Municipal Government of La Paz 2016, the study identifies the socioeconomic variables that have the greatest effect on the probability of recycling through a Probit model. Likewise, the impact of the implementation of the green points of collection of recycling material in the city is evaluated as a public environmental policy strategy through the estimation of distance as a link of the program and the decision to recycle, checking the effects of policy by means of econometric estimations of matching, estimators of interactions of variables and semiparametric models.

Keywords: Recycling, Public Policy, Impact Evaluation.**1. INTRODUCCIÓN**

Las economías de los países han basado su desarrollo económico en el crecimiento industrial y urbano mediante la extracción de recursos con residuos contaminantes que aceleran la degradación y el uso insostenible del medio ambiente. [1]

Los gobiernos implementan programas de mejoramiento de los procesos de producción, consumo y manejo de los residuos para evitar los grandes impactos al medio ambiente, a través de la reutilización y el reciclaje de materiales, disminuyendo la generación de residuos y generando un mayor aprovechamiento de recursos. [1]

El reciclaje es una alternativa para resolver la problemática de manejo de residuos sólidos y se ha identificado en algunos países de Latinoamérica mediante procesos informales y programas exitosos de agrupación de los sectores que cubren el servicio de reciclaje en altos porcentajes, esto es evidenciado principalmente en algunas ciudades de Brasil y Colombia. [2]

En Bolivia, la base de política para acciones de reciclaje es el Reglamento de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos, el cual norma, regula y determina cómo realizar la disposición final; con aplicación directa de las administraciones públicas, mediante acciones que cumplan con el aprovechamiento de residuos sólidos para reutilización y su clasificación. [3].

El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP) como administrador público, realiza actividades encaminadas a proveer soluciones a los problemas ambientales que son definidos en el eje 1 del Plan Integral La Paz 2040, “La Paz sustentable y ecoeficiente” que busca el equilibrio social, cultural, económico, político y ecoambiental de la ciudad, cumpliendo con la reducción del impacto ambiental y mejorando los procesos de utilización de recursos naturales,

mediante actividades de promoción de gestión ambiental con separación, recolección diferenciada y reciclaje de residuos sólidos metropolitanos. [4].

El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP) inició en el año 2014, un programa de gestión integrada que incluía las fases de reducción de residuos, segregación en la fuente y el reaprovechamiento de los residuos, donde los habitantes de la ciudad debían ser los colaboradores directos en la etapa de segregación mediante el acceso a puntos verdes ubicados en diversos lugares de la ciudad, iniciando con 20 puntos verdes móviles en los macro distritos urbanos de la ciudad que con el tiempo se consolidaron en 9 puntos verdes fijos, a fin de acopiar materiales tales como papel, plástico, cartón y vidrio, los que finalmente serían trasladados al plan complementario de plantas de tratamiento y realización de nuevos productos, entre ellos la plastimadera con alcance directo a unidades educativas de la ciudad.

Los puntos verdes establecidos en el año 2016, ubicados en: Monumento Busch, Huallparrimachi, Estadio Bolívar, Plaza Abaroa, Fuente del Prado, Plaza Humboldt, Cruce de Villas, Iglesia San Miguel y Achumani; a partir del año 2018 se instalaron nuevos contenedores en 28 puntos de la ciudad para la recolección de plásticos, papeles y cartón además de 4 islas verdes en las que se depositan metales y vidrios.

A través de información socioeconómica el principal aporte del documento es la identificación empírica de los principales determinantes del reciclaje y la aproximación a la teoría del comportamiento prosocial o proambiental, que describa los probables motivos de los individuos para contribuir en bienes ambientales, los determinantes del compromiso de los habitantes de La Paz en las acciones de reciclaje. Finalmente se evalúa el impacto final que ha tenido el programa de ubicación de puntos verdes de recolección de material de reciclaje desde el hogar.

Los resultados obtenidos proveen información para el planteamiento de herramientas dirigidas hacia una mayor contribución voluntaria a los bienes públicos o comunes, específicamente en el aporte al reciclaje de la ciudad, identificando las motivaciones de índole altruistas o egoístas o la presencia de satisfacción moral [5], para que a partir de allí, se definan líneas de acción que promuevan las mejoras en la calidad del medio ambiente de la ciudad, esto, sustentado en el comportamiento racional de los individuos sujetos de conflicto de búsqueda de bienestar individual o colectivo [6].

2. LITERATURA RELACIONADA

Los programas de reciclaje deben realizarse en concordancia con los instrumentos de política que restrinjan y controlen los residuos a partir de decisiones de la administración pública y se implementen modelos para la elección y evaluación del impacto, y su efectividad para la regulación de residuos y actividades de reciclaje [7];

El uso de alternativas de políticas a través de incentivos, el resultado o impacto en reciclaje se presenta en algunos casos con el establecimiento de tasas de basura y acera, su estimación puede mostrar efectos negativos en la generación de basura o un efectos positivos en el precio cruzado del reciclaje [8]; [9].

Modelos del comportamiento de los individuos usuarios de agua embotellada que al incorporar leyes de reciclaje se identifiquen con características ambientalistas como, el pertenecer a un grupo ambiental y la influencia de la intervención pública en personas que aún no deciden reciclar o que tienen bajos ingresos [10].

Estudio de factores para la determinación de una tasa de reciclaje y análisis del efecto de políticas utilizadas como, el precio pagado por la disposición de basuras, el gasto realizado en educación, la provisión de servicios en acera y la medición del efecto de variables como el ingreso y características demográficas, los componentes socioeconómicos y demográficos como determinantes de reciclaje y las políticas de manejo de residuos [11].

Estimaciones logit y probit de participación ciudadana en acciones y programas de reciclaje a través de la relación de la distancia y el lugar del acopio y la actitud hacia iniciativas como la calidad del programa, medido con un modelo de utilidad por reciclar condicionado a información del programa, la actitud hacia este, las características socioeconómicas y el lugar de residencia [12].

Una serie de estudios [13], [8], [9] y [7], que desarrollan alternativas para promover la actividad de reciclaje con pago de cuotas, programas de reciclaje en la acera e impuestos donde establecen funciones de demanda en función de las actividades de reciclaje, precios de disposición de residuos, políticas, ingresos y características demográficas con modelos probit y tobit, donde en algunos casos se encuentra evidencia de dumping ilegal al establecer este tipo de mecanismos.¹

¹ El dumping ilegal no se evidencia en población con mayores niveles de educación [8].

Estudios de actitud hacia el medio ambiente, relacionando variables demográficas y socioeconómicas a algunas conductas, asociando el nivel de estudios como promotor de mayor consumo de productos ecológicos y reciclaje [14]; la influencia de la edad en participación de actividades ambientales [15]; la actitud de las mujeres hacia acciones de protección ambiental [16], la preocupación de personas casadas por la conservación [17]; y variables que de manera conjunta contribuyan a la decisión de participar en actividades ambientales [18].

Políticas que toman la información directa de los individuos en su intención de reciclaje y que aumentan la probabilidad para aplicar e influir en las preferencias de los individuos [19]. La identificación del comportamiento prosocial de los individuos y su motivación para generar un mayor esfuerzo ambiental [20], describiendo la conducta que motiva a generar transferencias voluntarias intergeneracionales mediante contribuciones como contrapartida a las deudas que generan el uso previo de un bien público.

El reconocimiento de la motivación por el altruismo o el egoísmo [21]; y la identificación de las condiciones y reglas personales asociadas a la reputación del individuo y como su fuerza de voluntad puede motivar y encaminar la toma de decisiones, basándola en sus acciones pasadas y su interacción social [22].

Así mismo, la información de los beneficios ambientales o sociales como política que compara las alternativas entre sanciones o multas, aplicación de autoridad y recordatorios, determina efectos de tratamiento para cada una de las alternativas postuladas y se decide sobre la participación en un programa específico de reciclaje [23].

3. MARCO TEÓRICO

Las nuevas formas de producción conllevan a identificar costos del manejo y control de los residuos sólidos, donde los individuos deben involucrar actitudes de mayor respeto hacia el medio ambiente a partir de sus características socioeconómicas, compatibles con los valores humanos y el comportamiento social a través del cual se revelen sus preferencias hacia la conservación y mejoramiento de la calidad ambiental, de la mano con los incentivos económicos presentes en las decisiones individuales ambientales.

El presente estudio considera la distancia y las variables socioeconómicas como factores que afectan la conducta del individuo y su efectiva participación en un programa, lo que conlleva a identificar pautas para la existencia de una motivación personal, incentivos económicos [24], e incentivos personales hacia el cuidado del medio ambiente.

El modelo se desarrolla con el reciclaje como una variable cualitativa, reflejo de una función de utilidad dependiente de un conjunto de variables de características socioeconómicas, obteniendo a través de un modelo probit, estimaciones econométricas, con las que se pretende identificar las intenciones de comportamiento proambiental, la orientación de los individuos y el apego a su entorno, originados por valores intrínsecos de los individuos y su compromiso con la sociedad.

Considerando que los individuos se encuentran expuestos a un dilema de contribución voluntaria para al mejoramiento de un bien ambiental (la ciudad libre de contaminación y de residuos sólidos), se analiza si las respuestas de aporte al reciclaje son consecuencias específicas de los factores socioeconómicos y de las acciones altruistas o egoístas, y si se destinan recursos privados económicos a las actividades ambientales en pro de generar beneficios ambientales [20].

4. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

4.1 Datos y descripción de variables

Los datos utilizados fueron tomados de la Encuesta de Hogares 2016 del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP) Secretaría Municipal de Planificación para el Desarrollo, que cuenta con información socioeconómica, demográfica y de percepción tomada de individuos residentes en la ciudad de La Paz, la acción directa de reciclar de los individuos encuestados, así como información proxy de conciencia ambiental de los individuos a través de participación en otros programas de índole ambiental tales como la plantación de árboles.

Las variables utilizadas son la diferenciación de residuos sólidos o reciclaje (recicl), el ingreso per cápita en bolivianos del hogar por mes (yhogpc), los años de escolaridad del jefe de hogar (escolaridad1), la edad del jefe de hogar (edad), el estado civil del jefe de hogar como variable dicotómica donde 1 si tiene pareja y 0 otro caso (est_civ), el género del jefe de hogar donde, variable dicotómica 1 si es mujer y 0 otro caso (genero), la participación en otro programa ambiental de la alcaldía variable dicotómica donde toma el valor de 1 si ha participado 0 en otro caso, un índice de riqueza material del hogar (índice) y finalmente la distancia del hogar al punto verde más cercano.

La base de datos cuenta con una muestra de 3254 hogares, en ella se identifica que, el 35,7% son hogares donde se confirma la acción de diferenciación de residuos o reciclaje y el restante de la muestra no asumen esta acción. Paralelamente, se identifica una submuestra de 1650 hogares, que incluye la variable *plantacion1* y un índice socioeconómico de riqueza donde el 24% respondieron a la consulta de haber participado en programas de plantación de árboles de la alcaldía. La muestra principal se identifica para las estimaciones de lo que se denominará el modelo 1 y la submuestra a las estimaciones del modelo 2.

En la Tabla 1 se identifica datos de ingreso medio en los hogares de La Paz de 1832 bolivianos, la edad promedio de los jefes de hogar en la ciudad es de 53 años y los años de escolaridad promedio en los jefes de hogar es de 14 años que corresponde máximo, a la conclusión de los estudios de bachillerato o secundaria.

TABLA 1 - ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
recicl	3,254	0.356	0.479	0	1
yhogpc	3,168	1832.439	2163.328	2.083	49010
escolaridad1	3,247	13.915	3.820	1	26
edad	3,254	52.993	15.335	19	98
est_civ	3,254	0.695	0.460	0	1
genero	3,254	0.232	0.422	0	1
plantacion1	1,604	1.246	0.431	1	2
indice	1,607	-1.98E-08	1.000	-1.602	1.223
dmin	3,253	8203.768	1834.550	4705.106	15608.36

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAMLP 2016.

Respecto a la correlación de variables independientes de acuerdo a la matriz de correlación, el mayor nivel de correlación encontrado se da entre las variables ingreso y escolaridad con un valor de 0.44 lo que no genera efectos para la estimación del modelo.

4.2 Métodos econométricos y resultados

4.2.1 Modelo econométrico Probit

La regresión se realiza a partir de un modelo de elección binaria Probit que, incluye factores determinantes en la decisión y probabilidad de reciclar en los hogares de la ciudad de La Paz.

El análisis probit con una distribución para modelar la relación $F(Z)$ donde la variable Z es una función lineal de las variables que determinan la probabilidad [25]:

$$Z = \beta_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (1)$$

Y la probabilidad de ocurrencia del evento para los valores de Z :

$$p_i = F(Z_i) \quad (2)$$

Los efectos marginales obtenidos se derivan de:

$$\frac{\partial p}{\partial x_i} = \frac{dp}{dz} \cdot \frac{\partial z}{\partial x_i} = f(Z) \cdot \beta_i \quad (3)$$

donde la variable dependiente reciclaje: a través de la separación y diferenciación de basura en el hogar: No recicla = 0, Recicla = 1

Inicialmente, se incluyen los Macro distritos que conforman la ciudad de La Paz en estimaciones obtenidas para el modelo 1 y modelo 2 con la variable categórica de macrodistritos tomando como referencia el macrodistrito 1-Cotahuma, identifica a los macrodistritos 2-Max Paredes, 6-Mallasa y 7-Centro como los que, ante la probabilidad de reciclar en Cotahuma asumen esa probabilidad de reciclar, tabla 2 (columna 1 y 2). En la segunda etapa se realiza la estimación sin la inclusión de los macrodistritos, Tabla 2 (columna 3 y 4).

La relevancia medida por el valor P de la *chi*-cuadrado igual a 0; la hipótesis nula de los parámetros iguales a 0 se rechazan concluyendo que al menos un coeficiente es distinto a cero.

La función de máxima verosimilitud para ambos modelos es alta (Modelo 1 = -951.78481 y Modelo 2 = -2010.8327), estadísticamente significativas con un Pseudo R de Mc Fadden con valores de 0.0656 y 0.0232, respectivamente, para los modelos 1 y 2.

Las variables de mayor significancia en las estimaciones realizadas son: escolaridad1, est_civ, género, yhogpc y plantación1, columna (4), Tabla 2, lo que evidenciaría que, la conducta de reciclaje explicada en la probabilidad a reciclar está determinada por factores tales como, mayor número de años de escolaridad, estar casado, ser mujer, mayores niveles de ingreso y pertenecer a programas ambientales realizados por la Alcaldía.

TABLA 2 - ESTIMACIÓN DE MODELOS

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	recicl	recicl	recicl	recicl
yhogpc	0.00**	0.00**	0.00***	0.00***
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
escolaridad1	0.03***	0.04***	0.03***	0.04***
	(0.007)	(0.011)	(0.007)	(0.011)
edad	0.00	0.00	0.00	0.00
	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)
est_civ	0.17***	0.17**	0.17***	0.16*
	(0.064)	(0.083)	(0.064)	(0.083)
genero	0.25***	0.47***	0.26***	0.48***
	(0.069)	(0.087)	(0.069)	(0.087)
plantacion1		0.42***		0.44***
		(0.077)		(0.076)
indice		-0.01		-0.04
		(0.04)		(0.039)
dmin	0.00	0.00	0.00	0.00
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
2. Max Paredes	-0.22***	-0.27**		
	(0.084)	(0.125)		
3. Periférica	0.16**	0.02		
	(0.078)	(0.117)		
4. San Antonio	0.13	0.1		
	(0.087)	(0.125)		
5. Sur	0.11	0.13		
	(0.083)	(0.122)		
6. Mallasa	0.40***	0.52***		
	(0.111)	(0.159)		
7. Centro	0.27***	0.24*		
	(0.087)	(0.122)		
Constant	-1.31***	-2.12***	-1.11***	-1.96***
	(0.214)	(0.32)	(0.194)	(0.298)
Observations	3,160	1,570	3,160	1,570

Errores Estándar Robustos en paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAMLP 2016.

4.2.2 Análisis de efectos marginales en el modelo probit

En la Tabla 3 de efectos marginales de las variables independientes sobre la variable dependiente (reciclaje), se identifica el efecto de cada una de éstas sobre la probabilidad de reciclar. Las variables con mayor efecto para el caso del modelo 1 son Estado civil (casado=1), género (mujer=1) y la variable años de escolaridad que implica que, a mayor número de años de escolaridad mayor es la probabilidad de reciclar. En el modelo 2 es mayor el efecto en las mismas variables anteriormente mencionadas y de igual forma las variables plantacion1 e índice presentan un mayor efecto en la probabilidad de reciclar.

La variable dmin representa la distancia desde el hogar a los puntos verdes del programa de la alcaldía, sin mayor efecto y con diferencia en el signo en los dos modelos alternativos, que, al incluir la participación en un programa ambiental adicional (plantacion1) y el índice de riqueza de los individuos (índice), se demuestra un efecto positivo, lo que indicaría que al ser incluidas, el efecto de la distancia afecta de manera positiva la probabilidad a reciclar.

TABLA 3 - EFECTOS MARGINALES PROBIT

Variables	mfx		Mfx	
	b/se (1)	Xmfx_X	b/se (2)	Xmfx_X
	recicl		Recicl	
yhogpc	0.000* (0.000)	1835.582	0.000* 0	1998.771
escolaridad1	0.011*** (0.002)	13.861	0.015*** (0.004)	13.789
edad	0.001 (0.001)	53.096	0.000 (0.001)	53.981
est_civ (d)	0.063** (0.023)	0.695	0.058 (0.03)	0.596
genero (d)	0.099*** (0.027)	0.232	0.183*** (0.034)	0.299
plantacion1 (d)			0.163*** (0.028)	1.245
indice			-0.016 (0.015)	0.007
dmin	0.000 (0.000)	8204.938	0.000 (0.000)	8147.415

(d) for discrete change of dummy variable from 0 to 1

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAMLP 2016.

4.2.3 Estimación de efectos de interacción del modelo probit en modelos no lineales

La alternativa para corroborar los determinantes del reciclaje en los habitantes de La Paz es la estimación de interacciones, con la inferencia de los efectos que se obtienen en una variable independiente a una variable dependiente en la magnitud de otra variable independiente. [26].

En modelos no lineales y específicamente en el caso de un modelo probit, se expresa el valor esperado de variable dependiente condicionado de las variables independientes así:

$$E[y | x_1, x_2, X] = \Phi(\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + X\beta) = \Phi(u) \quad (7)$$

El valor Φ es la distribución estándar normal acumulada donde u es el índice de $(\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + X\beta)$ donde las variables independientes son continuas. El efecto marginal de esta interacción es:

$$\frac{\partial \Phi(u)}{\partial (x_1, x_2)} = \beta_{12} \Phi'(u) \tag{8}$$

El efecto total en la interacción se identifica a través de la derivada parcial del valor esperado de y,

$$\frac{\partial^2 \Phi(u)}{\partial x_1 \partial x_2} = \beta_{12} \Phi'(u) + (\beta_1 + \beta_{12} x_2)(\beta_2 + \beta_{12} x_1) \Phi' \tag{9}$$

En los modelos no lineales el estadístico *t* de la interacción entre las variables independientes no puede ser testeado, pero, el cálculo de la significancia de la derivada cruzada completa es realizado. Así mismo, se indica que el signo del coeficiente β_{12} no es indicador del comportamiento del efecto de la interacción. [27].

Las interacciones miden la magnitud del efecto de diversas variables de control independientes a través de la variable *dmin*, la distancia existente para cada uno de los individuos hasta los puntos de reciclaje, para así determinar si existe el efecto de estas interacciones en la probabilidad de reciclar (variable dependiente).

Las variables interactuadas con distancia son ingreso, escolaridad y edad, las interacciones son incluidas en el modelo 1 y modelo 2, con variables de observaciones calculadas en sus medias.

La escolaridad en interacción con distancia es la única relación significativa y el efecto en la media implica que las personas que están a la menor distancia de ubicación a los puntos de reciclaje y que a su vez tienen mayor número de años de escolaridad son aquellos que tienen mayor probabilidad de tomar la decisión de reciclar.

Se verifica con los efectos marginales tomados de todas las observaciones en su promedio cruzado de estas, sus errores estándar son calculados en la media de las variables independientes [27] estimando los errores estándar a través del método delta² [28].

Los efectos marginales de la variable años de escolaridad calculados en el modelo 1 y modelo 2, identifican un efecto marginal en esta variable de 0.03 y 0.02 respectivamente.

La interacción de la variable escolaridad y distancia, como modelo no lineal, en el primer modelo el *z* estadístico es de -2.08 y el efecto de la interacción en la media es negativo (-2.51e-06) con una gran variación, el efecto para todas las observaciones es negativo, (Figuras 1 y 2). La significancia del efecto de interacción se encuentra distribuida entre las probabilidades 0.2 y 0.5.

El segundo modelo obtiene un *z* estadístico de -0.55 y el efecto de la interacción en la media es negativo (-8.51e-07) con un efecto negativo para todas las variables. (Figuras 3 y 4). Los valores de mayor significancia de los efectos de la interacción se encuentran distribuidos en la probabilidad predicha entre 0.1 y 0.6.

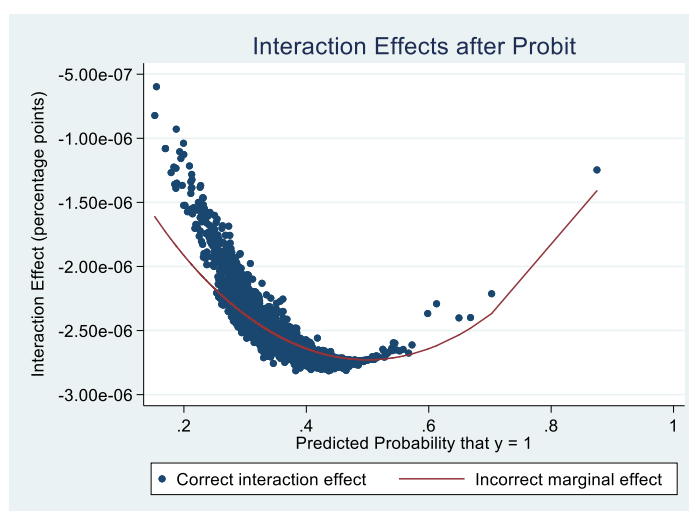


Figura 1: Efectos de la interacción escolaridad-distancia (Modelo 1).

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAMLP 2016.

² El método delta para la explicación y estimación de los errores estándares de estimadores de funciones no lineales a través de las derivadas parciales y varianzas asintóticas de una distribución asintótica que aproxima a la verdadera distribución muestral de la variable aleatoria [28].

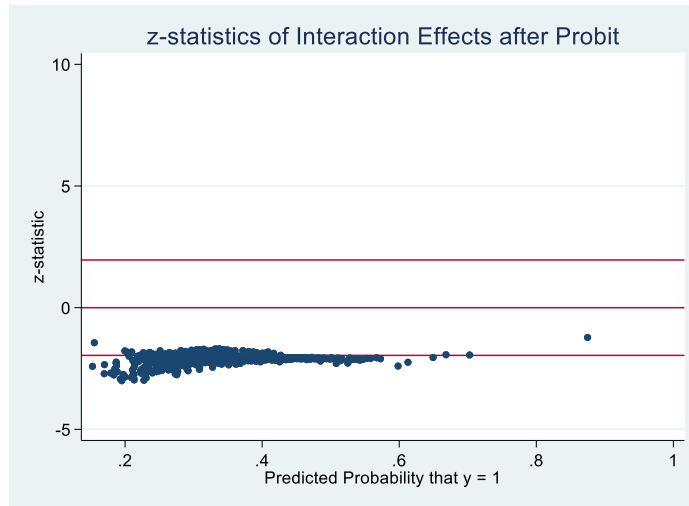


Figura 2: Estadístico z de la interacción escolaridad-distancia (Modelo 1).
Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAMLP 2016.

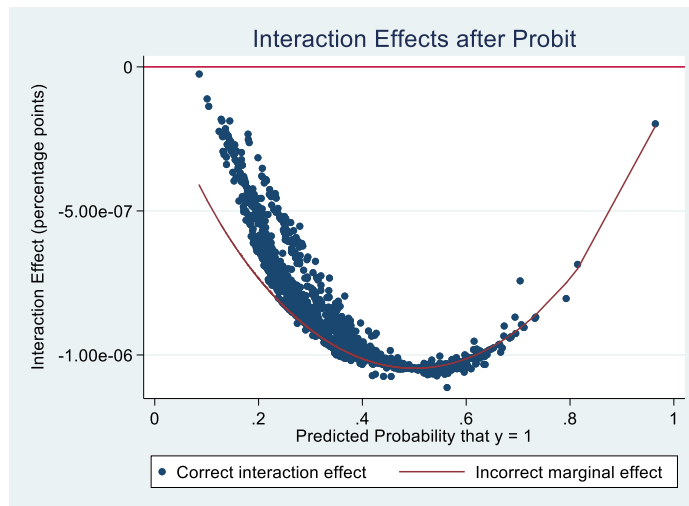


Figura 3: Efectos de la interacción escolaridad-distancia (Modelo 2).
Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAMLP 2016.

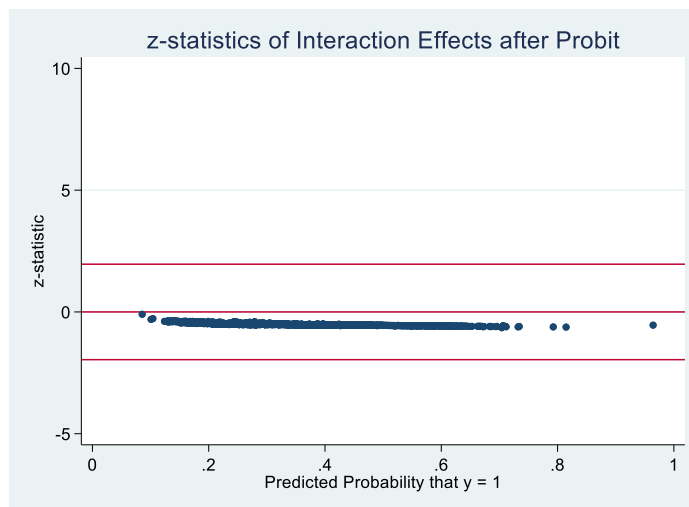


Figura 4 – Estadístico z de la interacción escolaridad-distancia (Modelo 2).
Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAMLP 2016.

Las interacciones de variables independientes evidencian que al interactuar la variable escolaridad con la variable distancia, los efectos en su media, implican que las personas con mayor número de años de escolaridad y menor distancia a los puntos de reciclaje son aquellos que toman la decisión de reciclar.

Los efectos de las interacciones de otras variables tienen efectos positivos, resultados no esperados inicialmente pero que confirman que las personas con mayores ingresos y así mismo, las personas con mayor edad evidencian mayor probabilidad de reciclar en una mayor distancia de sus hogares a los puntos de reciclaje.

4.2.4 Estimación del modelo semi no paramétrico (SNP)

Se identifican variables observables significativas que impactan el modelo de estimación binaria en un modelo semi no paramétrico SNP, discutido por diversos autores [29], [30] y [31].

En modelos de elección discreta estimados en máxima verosimilitud los estimadores serán consistentes si son especificados correctamente, de no ser así, los modelos alternativos o semiparamétricos provienen de la aproximación de distribuciones desconocidas y desarrolladas a través de expansiones polinomiales [32], al comparar con los efectos marginales del modelo estimado por máxima verosimilitud probit, los resultados similares determinan robustez en la identificación del modelo original y explicación, en este caso, de los factores determinantes a la probabilidad de reciclar.

La estimación paramétrica de elección discreta a través de SNP con grados de expansión de un polinomio $R=4$, obtiene estimadores de los efectos marginales para ser comparados con las estimaciones probit iniciales en los modelos 1 y 2.

Los efectos marginales de variables independientes de los modelos sobre la variable dependiente determinan el efecto de estas sobre la probabilidad de reciclar de los individuos, en el modelo 1, las variables que más influyen en esta probabilidad son: *est_civ*, género y escolaridad, coincidiendo el signo negativo en la variable *dmin*; en el modelo 2, las variables que más influyen son: *plantacion1*, género, *est_civ* y escolaridad coincidiendo el signo negativo para la variable índice (Tablas 4 y 5).

TABLA 4 – COMPARATIVO EFECTOS MARGINALES PROBIT Y SNP (MODELO 1)

	PROBIT	SNP	
	b/se (1)	b/se (1)	Xmfx X
Variables	Recicl	recicl	
Yhogpc	0.000*	0.000	1835.582
	(0.000)	(0.000)	
escolaridad1	0.011***	0.089***	13.861
	(0.002)	(0.022)	
Edad	0.001	0.005	53.096
	(0.001)	(0.003)	
est_civ (d)	0.063**	0.241	0.695
	(0.023)	(0.134)	
genero (d)	0.099***	0.422*	0.232
	(0.027)	(0.168)	
Dmin	0.000	0.000	8204.938
	(0.000)	(0.000)	

(d) for discrete change of dummy variable from 0 to 1

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAML 2016.

TABLA 5 – COMPARATIVO EFECTOS MARGINALES PROBIT Y SNP (MODELO 2)

	PROBIT	SNP	
	b/se (2)	b/se(2)	Xmfx_X
Variables	Recicl	recicl	
Yhogpc	0.000*	0.000*	1998.771
	0	(0.000)	
escolaridad1	0.015***	0.065***	13.789
	(0.004)	(0.016)	
Edad	0.000	0.002	53.981
	(0.001)	(0.003)	
est_civ (d)	0.058	0.264	0.596
	(0.03)	(0.145)	
genero (d)	0.183***	0.811***	0.299
	(0.034)	(0.216)	
plantacion1 (d)	0.163***	0.821***	1.245
	(0.028)	(0.223)	
Indice	-0.016	-0.08	0.007
	(0.015)	(0.072)	
Dmin	0.000	0.0000	8147.415
	(0.000)	(0.000)	

(d) for discrete change of dummy variable from 0 to 1

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAML 2016.

4.2.5 Metodología de *Propensity Score Matching* (PSM)

La segunda etapa de estudio aplica la metodología de *Propensity Score Matching*, que estima y verifica la respuesta o impacto de los individuos, bajo la alternativa de ser participantes o no en un programa o en el tratamiento, considerando el programa como aquella actividad derivada de objetivos de política pública, en este caso la implementación y acceso a los puntos verdes de la ciudad de La Paz.

La metodología de *Propensity Score Matching* encuentra estimadores coincidentes a través de la combinación de las covariables en las probabilidades de tratamiento, estimadas como puntajes de la propensión de las variables observables, bajo el supuesto que todas afectan una asignación en la propensión o el tratamiento correspondiente, incluyéndolas todas en el modelo [33].

El estimador obtenido es el de emparejamiento o PSM, a través de diferentes modelos de probabilidad que son basados en métodos estándar.³ Los estimadores obtenidos a través del comando `nnmatch` se aplica a las covariables multidimensionales que combinadas ayudan a disminuir sesgos, aunque con mayor varianza [34].

Los estimadores pueden ser medidos como el efecto promedio de un tratamiento específico en la población conocida como ATE o el efecto promedio del tratamiento en quienes reciben el tratamiento conocido como ATET, donde t es el tratamiento aleatorio y recibido.

$$ATE = E(y_1 - y_0)$$

$$ATET = E(y_i - y_0 | t = 1)$$

El modelo de producto potencial es descrito a través de la variable observada como y , donde se representa y_0 cuando $t = 0$ y y_1 cuando $t = 1$

³ El estimador PSM parametriza el término de corrección de sesgo en la probabilidad de tratamiento del modelo [35].

$$y = (1 - t)y_0 + ty_1$$

La forma funcional de y_0 y de y_i es

$$y_0 = X' \beta_0 + \epsilon_0$$

$$y_1 = X' \beta_1 + \epsilon_1$$

Los supuestos necesarios son los de la independencia condicional que con variables observables hace que el sesgo sea cero y la superposición asegura que los individuos pueden recibir un tratamiento con distribución idéntica e independiente. [35]

El método puede ser utilizado en este caso por ser un estudio con una sola observación en el tiempo existiendo observaciones de grupo de tratamiento y grupo de control. [33], se identifica la pertenencia o acceso a programa a través de la distancia a los puntos verdes, donde, se define que aquellos individuos con el 5% inferior de distribución de las distancias de cada hogar a cada uno de los puntos verdes de reciclaje corresponden al grupo de tratamiento, el resto pertenecen al grupo de control. En la muestra, el 32,64% corresponden al grupo tratado y el 67,36% al grupo de control (Figura 5), el resultado se obtiene por la estimación del efecto promedio del tratamiento y al tratado con datos de observación por coincidencia del vecino más cercano en las muestras de los modelos identificados⁴.

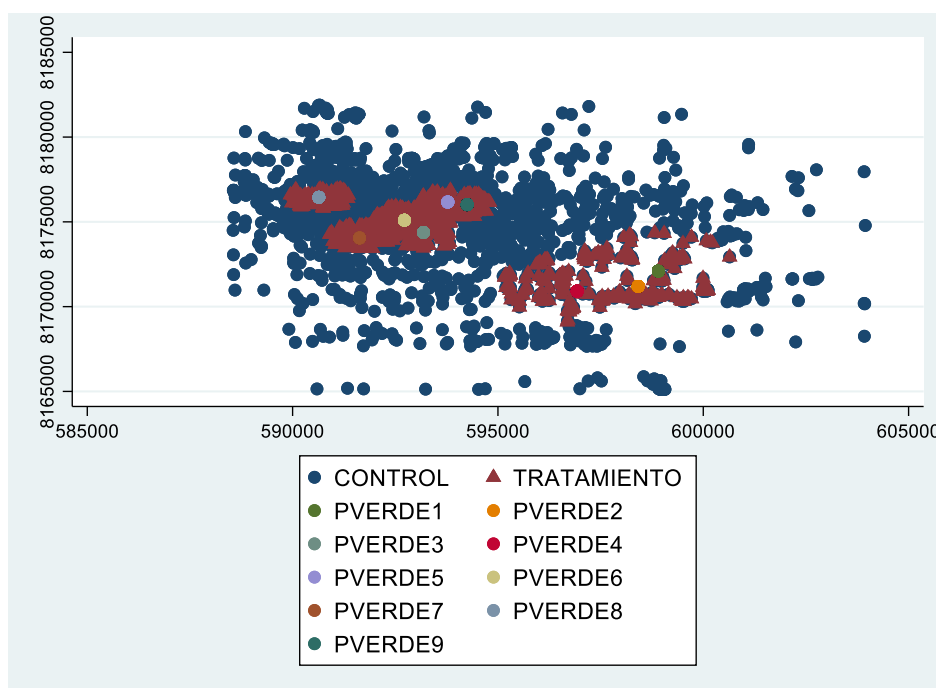


Figura 5: Mapa de ubicación de los individuos por control y tratamiento (coordenadas georreferenciadas – La Paz).

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAMLP 2016.

4.2.5.1 Estimadores de efectos

La estimación de efectos se refleja en los estimadores RA, IPW, AIPW, IPWRA o PSM, para una comprobación paralela de resultados de los modelos planteados en este estudio.

4.2.5.1.1 Estimadores RA

Uso de las medias del producto predicho para cada nivel de tratamiento, generando un estimador venerable sin *missing* values y de manera bien predicha es el método altamente robusto.

⁴ En el modelo de tratamiento de matching por vecino más cercano se especifica el modelo no paramétrico por tener una forma funcional explícita en la población ni para el grupo de tratamiento, con coincidencia en las covariables por categorías de las características o atributos de la población. Por esta circunstancia, el estimador del modelo necesita gran cantidad de datos para obtener un valor real generándose un sesgo que dentro de esta metodología es corregido a través del uso del teffects psmatch, el cual coincide con una única covariable continua [35].

4.2.5.1.2 Estimadores IPW

Estima la ponderación de la probabilidad inversa de estar en los grupos de tratamiento observados. Las probabilidades se obtienen a través del modelo del tratamiento observado en función de las características de los sujetos que determinan el grupo de tratamiento.

4.2.5.1.3 Estimadores IPWRA

Estimadores con combinación de los métodos anteriores y que al igual que el IPW combina modelos para el nivel de producto y de tratamiento, utiliza la ponderación de la probabilidad inversa para corregir los datos no encontrados o *missing values*.

4.2.5.1.4 Estimadores AIPW

Estimadores de doble robustez que incluye aumentos en el término donde es posible corregir el estimador cuando está mal especificado.

4.2.5.1.5 Estimadores nnmatching (vecino más cercano)

Usan el promedio de los resultados de los individuos más cercanos para aplicar el resultado potencial de cada muestra individual donde la diferencia entre lo observado y lo aplicado es un estimado del efecto del tratamiento a nivel individual. La cercanía usa una función de ponderación de las covariables de cada observación⁵.

4.2.5.1.6 Estimadores Propensity Score Matching

Incluye todas las covariables en sus probabilidades de tratamiento estimado a través de ponderaciones de propensión usando una sola covariable como la de coincidencia.

4.2.5.1.7 Estimación Matching

El uso de cinco metodologías encontrando efectos a través de cada una de las correcciones, que especificadas correctamente obtienen resultados consistentes asumiendo los supuestos del modelo, los resultados de todos los estimadores son similares como se demuestra a continuación.

4.2.5.2 Supuesto de superposición

Se realiza la prueba para indicar que no existe evidencia o violación del supuesto de superposición, el cual se viola cuando se observa que las observaciones de control, como de tratamiento, tengan la misma probabilidad en el mismo individuo, el supuesto requiere ser cumplido para los estimadores de los efectos implementados, de no ser así, no puede darse explicación a aquello que no es observado.

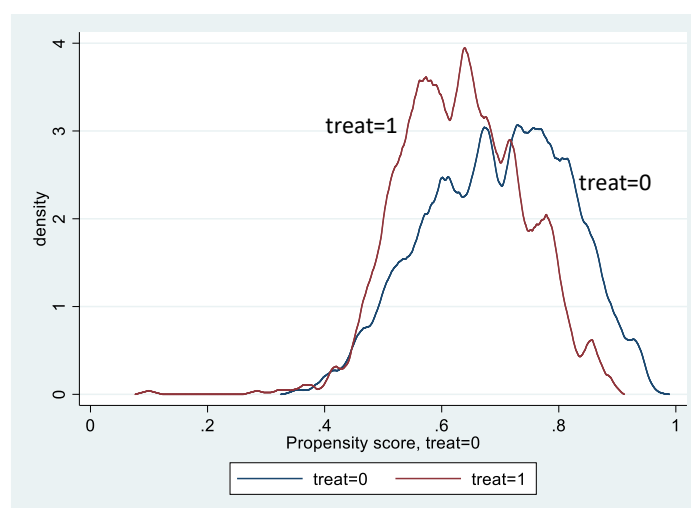


Figura 6: Supuesto de superposición (Modelo 1).

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAMLP 2016.

⁵ Los estimadores nnmatching son no paramétricos por no tener una forma funcional explícita en sus resultados, converge a un verdadero valor de manera más lenta que un modelo paramétrico, el estimador usa una corrección sesgada para corregir esta situación [35].

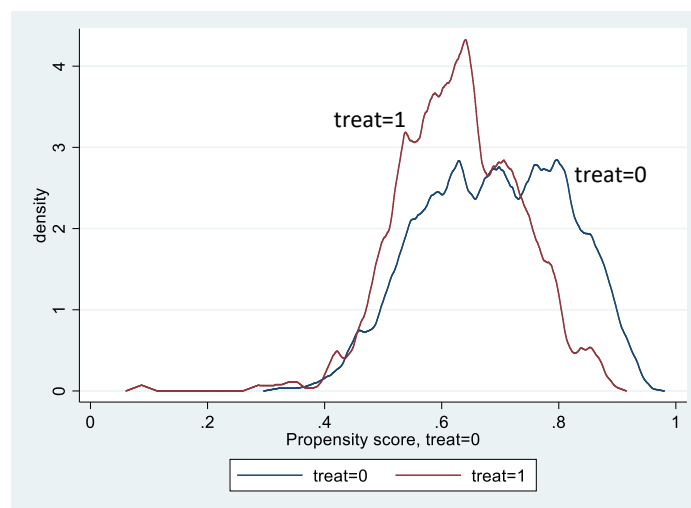


Figura 7: Supuesto de superposición (Modelo 2).

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAMLP 2016.

En las Figuras 6 y 7 se refleja la densidad estimada de las probabilidades predichas que un individuo que no recicla efectivamente, no recicle y la densidad estimada de las probabilidades predichas que un individuo que recicla efectivamente, no recicle. En ninguna gráfica se evidencia demasiada probabilidad de masa cerca de 0 o 1, y las dos densidades estimadas tienen la mayoría de sus masas respectivas en regiones en las que se superponen entre sí. Así que, no hay evidencia que el supuesto de superposición es violado.

4.2.5.3 Estimaciones

Las estimaciones realizadas para comprobar el efecto de los grupos de tratamiento y control a través de las diferentes metodologías se presentan en las Tablas 6 y 7 descritas para los dos modelos del estudio, evidenciando que en ninguna de las metodologías de los efectos de tratamiento hay significancia de la estimación del efecto de la distancia entre grupo de tratamiento y grupo de control.

TABLA 6 – EFECTOS DE TRATAMIENTO (MODELO 1)

	IPW-ATE	IPW-ATET	IPWRA	AIPW	RA	PSMATCH
	b/se/t/p	b/se/t/p	b/se/t/p	b/se/t/p	b/se/t/p	b/se/t/p
main						
r1vs0.treat	-0,005	0,004	-0,004	-0,004	-0,004	-0,021
	(0,019)	(0,019)	(0,019)	(0,019)	(0,019)	(0,021)
	-0,274	0,209	-0,213	-0,236	-0,213	-0,984
	0,784	0,835	0,831	0,813	0,831	0,325

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAMLP 2016.

TABLA 7 – EFECTOS DE TRATAMIENTO (MODELO 2)

	IPW-ATE	IPW-ATET	IPWRA	AIPW	RA	PSMATCH
	b/se/t/p	b/se/t/p	b/se/t/p	b/se/t/p	b/se/t/p	b/se/t/p
main						
r1vs0.treat	0,008	0,022	0,009	0,009	0,009	-0,008
	(0,025)	(0,027)	(0,026)	(0,025)	(0,026)	(0,027)
	0,322	0,821	0,340	0,369	0,340	-0,296
	0,748	0,412	0,734	0,712	0,734	0,767

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAMLP 2016.

Los resultados estimados a través del nmatch para la población como para el grupo tratado, se trabajaron con las opciones biasadj, corrigiendo el sesgo de la muestra usando variables especificadas; el ivariance que estima una medida

a través de la diagonal de la inversa en la muestra de las covarianzas de las covariables; y el euclidean como medida en la identidad.

A través de la estimación de la probabilidad de participación en el programa (reciclaje) con las muestras identificadas en tratamiento y control, se predicen las probabilidades de participación de los individuos, donde se determina que los efectos del impacto de la distancia ante la probabilidad de reciclar no son estadísticamente significativos para ninguno de los estimadores.

TABLA 8 – EFECTOS NNMATCH (MODELO 1)

	ATE	ATET	EUCLIDEAN	IVARIACE	BIASADJ
	b/se/t/p	b/se/t/p	b/se/t/p	b/se/t/p	b/se/t/p
main					
r1vs0.treat	0,009	0,004	0,036	0,004	0,007
	(0,022)	(0,026)	(0,031)	(0,022)	(0,022)
	0,428	0,151	1,178	0,202	0,326
	0,669	0,880	0,239	0,840	0,744

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAMLP 2016.

TABLA 9 – EFECTOS NNMATCH (MODELO 2)

	ATE	ATET	EUCLIDEAN	IVARIACE	BIASADJ
	b/se/t/p	b/se/t/p	b/se/t/p	b/se/t/p	b/se/t/p
main					
r1vs0.treat	0,013	0,039	0,034	0,010	0,009
	(0,031)	(0,035)	(0,047)	(0,032)	(0,031)
	0,427	1,104	0,724	0,294	0,282
	0,669	0,269	0,469	0,768	0,778

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de Hogares GAMLP 2016.

Los resultados presentados en las tablas 8 y 9, evidencian que la variable distancia observada, no representa una variable de impacto en la decisión de reciclaje de los individuos de la muestra, efecto que previamente había sido evidenciado mediante los efectos marginales del modelo probit y se indica que son otras las variables que impactan en mayor manera en la decisión final de reciclar.

5. CONCLUSIONES

El estudio concluye que, las principales variables identificadas como factores determinantes de la decisión de reciclar en la ciudad de La Paz son: el estado civil, género, años de escolaridad, la participación en programas alternativos ambientales y de manera negativa el índice de riqueza de los individuos. La variable ingreso pese a tener un efecto positivo, no es de gran impacto. La variable distancia a través de la cual se evaluaría el impacto del programa de implementación de puntos verdes para el reciclaje o diferenciación de residuos de la fuente, no representa efecto positivo en la probabilidad de reciclar y no tiene significancia como determinante en las observaciones de individuos tratados en los programas de reciclaje o quienes tienen acceso más fácil al programa (cercanía a puntos verdes).

La variable escolaridad al interactuar con la variable distancia, presenta una relación negativa y significativa, que explica el hecho que los individuos que poseen mayor nivel de escolaridad y se encuentran a una menor distancia de los puntos verdes presentan un mayor efecto en la probabilidad de reciclar, pero estas variables de manera independiente no determinan la actividad de reciclaje en la ciudad de La Paz.

Los resultados pueden ser derivados de las diferencias de los individuos en la preocupación por el medio ambiente y que sus valores no representan un comportamiento de protección y conservación, al no existir el compromiso con el reciclaje como un aporte o contribución al medio ambiente, no se involucran acciones desde lo privado para la producción o aporte de un bien público, no es posible precisar si estas conductas parten desde un comportamiento egoísta por parte de los habitantes de la ciudad, pero probablemente si la falta de compromiso y ausencia de reglas personales desincentiven las contribuciones desde el presente pensando en las próximas generaciones. Al no existir una

cultura de protección del medio ambiente y el no reconocimiento social de estos actos, la conducta de autorregulación no es aún visible.

Ante los resultados presentados se evidencia que los individuos que habitan la ciudad, no basan sus decisiones de reciclar motivados por la implementación de políticas como el acceso a puntos verdes de reciclaje; se debe plantear tener en cuenta lo que realmente representa para los individuos el valor del bien o servicio público (reciclaje), basados en los determinantes y sus características para poder replantear alternativas enfocadas a campañas de información, educación y políticas de incentivos económicos

La evidencia empírica apunta que hay fallas en la implementación de medidas directas aplicadas al mejoramiento del bien común medio ambiente, se propone realizar esfuerzos que motiven a concientizar hacia mayores esfuerzos de contribución social y un mayor comportamiento prosocial para mejorar las contribuciones individuales para otorgar mayores beneficios públicos bajo consideraciones de eficiencia y equidad.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] M. Saiz Aja et al, "La economía circular," *Ambienta*, n° 117, p. 4, 2016.
- [2] M. Medina, "Reciclaje de desechos sólidos en América Latina," *Frontera Norte*, vol. 11, n° 21, pp. 24-26, 1999.
- [3] Estado Plurinacional de Bolivia, *Ley No. 755 Gestión Integral de Residuos*, La Paz, 2015.
- [4] Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, "Plan Integral La Paz 2004," Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, La Paz, 2015.
- [5] L. A. Palacio y D. F. Parra, "El dilema de la contribución voluntaria a bienes públicos: una revisión de trabajos experimentales," *Cuad. Econ*, vol. 33, n° 62, pp. 123-144, 2014.
- [6] A. Pérez, V. Rodríguez y F. Sotelo, "Altruismo vs. egoísmo, en la educación humanista," *CIFE 21*, vol. 14, n° 21, pp. 197-214, 2012.
- [7] T. C. Kinnaman y D. Fullerton, "The economics of residential solid waste mangement," *NBER Working Paper Series*, n° 7326, 1999.
- [8] T. C. Kinnaman y D. Fullerton, "Garbage and recycling with endogenous local policy," *Journal of Urban Economics*, vol. 48, pp. 419-442, 2000.
- [9] T. C. Kinnaman y D. Fullerton, "Garbage and recycling in communities with curbside recycling and unit based pricing," *NBER Working Paper Series*, n° 6021, 1997.
- [10] K. Viscusi, J. Huber, J. Bell y C. Cecot, "Discontinuous behavioral responses to recycling laws and plastic wate bottle deposits," *NBER Working Paper Series*, n° 15585, 2009.
- [11] S. Sidique, S. Joshi y F. Lupi, "Factors influencing the rate of recycling: an analysis of Minnesota counties," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 54, n° 4, pp. 242-249, 2010.
- [12] J. Franco y E. Huerta, "Determinantes de la participación ciudadana en programas de reciclaje de residuos sólidos urbanos" *Investigaciones Económicas, Universidad Pública de Navarra España*, pp. 271-280, 1996.
- [13] T. C. Kinnaman y D. Fullerton, "How a fee per unit garbage affects aggregate recycling in a model with heterogeneous households," *Natural Resources Management an Policy - Public Economics and the Environmental in an Imperfect world*, vol. 8, pp. 135-159, 1994.
- [14] M. Zeidner y Schecter, "Psychological responses to air pollution: Some personality and demographic correlates. Journal of Environmental Psychology," *Journal of Environmental Psychology*, vol. 8, pp. 191-208, 1998.
- [15] F. H. Buttel y W. L. Flinn, "The Structure of support for the environmental movement," *Rural Sociology*, vol. 39, n° 1, 1974.
- [16] T. Arcury, S. Scollay y T. Johnson, "Sex differences in environmental concern adn knowledge: The case of acid rain," *A Journal of REsearch*, vol. 16, pp. 463-472, 1987.
- [17] K. Neuman, "Personal Values and Commitment to Energy Conservation," *Environment and Behavior*, vol. 18, pp. 53-74, 1986.
- [18] E. Fraj Andrés, "Las variables demográficas y socioeconómicas como determinantes del comportamiento de reciclaje. Su importancia sobre la gestión de residuos sólidos," *Revista de Gestión Pública y Privada*, n° 8, pp. 103-117, 2003.
- [19] C. A. Romay Martínez, *TFG, Desarrollo de un Modelo de Comportamiento Prosocial en la Segregación de Residuos Sólidos de los Hogares*, La Paz, Bolivia. Trabajo final de grado, Universidad Privada Boliviana, 2017.
- [20] R. Weaver, "Prosocial Behavior: Private Contributions to Agriculture's Impact on the Environment," *Land*

Economics, vol. 72, n° 2, pp. 231-247, 1996.

- [21] J. Andreoni, "Giving with impure altruism: Applications to Charity and Ricardian Equivalence," *The Journal of Political Economy*, vol. 97, n° 6, pp. 1447-1458, 1989.
- [22] R. Bénabou y T. Jean, "Willpower and Personal Rules," *Journal of Political Economy*, vol. 102, n° 4, 2004.
- [23] A. Chong, J. Shapiro, J. Zinman y D. Karlan, "(Ineffective) Messages to encourage recycling, evidence from a randomized evaluation in Peru," *The World Bank Economic Review*, vol. 29, n° 1, pp. 180-206, 2013.
- [24] E. Geller y J. Chaffee, "Promoting paper recycling on a university campus," *Journal of Environmental Systems*, n° 5, pp. 39-57, 1975.
- [25] C. Dougherty, Introduction to econometrics, *OUP Catalogue*, 2016.
- [26] E. Norton, "Computing interaction effects and standard errors in logit and probit models," *The Stata Journal*, pp. 154-167, 2004.
- [27] P. Karaca Mandic, E. Norton y B. Dowd, "Interaction terms in nonlinear models," *Health Services Research*, vol. 47, n° 1, pp. 255-274, 2003.
- [28] W. Greene, *Econometric Analysis*, Boston: Prentice Hall, pp. 803-805, 2012.
- [29] C. Manski, "Maximum score estimation of the stochastic utility model of choice", *Journal of Econometrics*, pp. 205-228, 1974.
- [30] S. Cosslett, "Distribution free maximum likelihood estimator of binary choice models", *Econometrica*, n° 51, pp. 765-782, 1983.
- [31] J. Horowitz, "A smoothed maximum score estimator for the binary response model", *Econometrica*, n° 60, pp. 505-531, 1992.
- [32] D. L. Giuseppe, "SNP and SML estimation of univariate and bivariate binary choice models," *The Stata Journal*, vol. 8, n° 1, pp. 190-220, 2008.
- [33] R. Bernal y X. Peña, *Guía práctica para la evaluación de impacto*, Bogotá: Ediciones Uniandes, 2011.
- [34] A. Abadie, J. Leber, G. Imbens y D. Drukker, "Implementing matching estimators for average treatment effects in Stata", *The Stata Journal*, vol. 4, n° 3, pp. 290-311, 2004.
- [35] StataCorp LLC, *Stata treatment-effects reference manual: Potential outcomes/counterfactual outcomes*, Texas, 2017.