

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



SER VERDE Y EQUITATIVO: PERMISOS AMBIENTALES TRANSFERIBLES QUE
LOGREN REDISTRIBUCIÓN

TESINA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN ECONOMÍA

PRESENTA

EVERARDO TÉLLEZ DE LA VEGA

DIRECTOR DE LA TESINA: DR. ARTURO ANTÓN SARABIA

MÉXICO, D.F.

MAYO, 2019

Dedicado a la desigualdad imperante en nuestra sociedad.

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que durante estos cinco años han estado junto a mi.

Agradezco a mis padres, María Elena y Everardo, quienes me han apoyado desde que decidí entrar al CIDE hasta el último de mis días en esta institución. Agradezco a mi madre por siempre haber escuchado mis quejas y molestias durante mi estancia en esta institución. También le agradezco por haberme aconsejado en los momentos difíciles. Agradezco a mi padre por siempre inspirar en mi la curiosidad para entender el mundo. También, por haberme motivado a buscar una propuesta para tratar de disminuir aunque sea un poco la precariedad en esta sociedad.

Agradezco a mi hermana, Lizette. Ella siempre ha sido un ejemplo a seguir.

Agradezco a mi novia, Priscila. Ella estuvo en este año para escucharme en mis momentos de desesperación y agobio. Le agradezco por tantos consejos y por el apoyo incondicional.

Agradezco al Doctor Arturo Antón Sarabia por el apoyo y asesoramiento durante la realización de esta tesina y la paciencia con la que siempre me corrigió.

Agradezco al Doctor Fausto Hernández Trillo por el apoyo durante la realización de mi tesina de licenciatura que sirvió como piedra angular para este proyecto.

Agradezco a mi mejor amiga la Licenciada Jimena Delgado por ser mi confidente en mis problemas y siempre mantenerme en la cordura.

También quisiera agradecer a toda la plantilla de profesores del CIDE que me forjaron como licenciado y ahora como maestro.

Agradezco también al gobierno Federal y al CONACYT sin ellos mi estudio de licenciatura y posgrado no hubiera sido posible. Espero retribuir a este país de la misma manera en que han invertido en mi.

Resumen

Desde la revolución industrial, la sociedad ha visto mejorada su calidad de vida por la capacidad productiva que las máquinas dan al ser humano. No obstante, esta mejora ha traído consigo sus propios problemas. Dos de los problemas más importantes que se han hecho notorios a partir de este periodo han sido la desigualdad y la contaminación de los recursos naturales. Ante esta situación, gobiernos de todo el mundo están en la búsqueda de políticas públicas encaminadas a la solución de estos problemas. En este marco, esta tesina propone un tipo de política para ayudar a la reducción de estos dos problemas al mismo tiempo: la creación de un sistema de permisos ambientales transferibles individuales. Por un lado, este sistema disminuiría la cantidad de contaminación generada al limitar el consumo de bienes contaminantes. Por otro lado, al otorgar la misma cantidad de permisos a todas las personas de la población, las personas más pobres que consumen menos del promedio de estos bienes contaminantes podrían vender estos permisos para incrementar los recursos a los que tienen acceso.

Palabras clave:

Externalidades, eficiencia, producto marginal social, impuesto pigouviano, sistema de permisos transferibles, desigualdad, distribución del ingreso.

Contenido

1	Introducción	1
2	Revisión de literatura	4
3	Modelo Teórico de afectación al medio ambiente de agentes heterogéneos	10
3.1	Planteamiento de variables y supuestos de modelo	10
3.2	Solución y comparación de la economía del mercado y del planificador benevo- lente	12
3.2.1	Economía de Mercado	12
3.2.2	Economía Centralizada	13
3.3	Mecanismo de disminución de contaminantes	15
3.3.1	Solución al problema con permisos	16
3.4	Análisis del resultados teóricos	18
3.4.1	Análisis de las variables	20
4	Conclusiones	23
4.1	Caso de México y posible utilización	24
4.2	Posibles extensiones e inclusión en el modelo	25
	Referencias	26

Lista de tablas

3.1	Simulación de modelo	19
3.2	Solución de Modelos	20
3.3	Precios relativos entre modelos	20
3.4	Comparativa de consumos entre modelos	21

Capítulo 1

Introducción

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) estableció el 26 de Septiembre del 2015 los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). Estos 17 objetivos pretenden presentar una visión para el futuro de la humanidad como la conocemos. Dos de los problemas recurrentes en estos objetivos son la desigualdad económica y la contaminación del planeta. Por un lado, los ODS plantean la eliminación de la pobreza, la disminución de la desigualdad y la erradicación del hambre. Por otro lado, también plantean la creación de comunidades sostenibles, consumo responsable y la generación de energía asequible y no contaminante (Organización de las Naciones Unidas, 2015). Estos objetivos reflejan la preocupación de las autoridades internacionales por la desigualdad y el medio ambiente. Sin embargo, los mecanismos y las políticas públicas que se han realizado en los gobiernos no han sido suficientes para abatir este problema. Por esta razón, esta tesis propone un nuevo tipo de política pública que busca disminuir la emisión de contaminantes al tiempo que se combate la desigualdad del ingreso.

La propuesta de este texto es generar un sistema de permisos ambientales transferibles individuales sobre bienes contaminantes. El texto propone crear un límite de contaminación y otorgar a cada unidad de contaminación un derecho de ser emitida. Luego, distribuir a todos los agentes pertenecientes a una sociedad la misma cantidad de permisos. Así, los agentes comprarán o venderán estos permisos de acuerdo con la cantidad del bien que quieran consumir. Si

el bien es normal, las personas más pobres resultan vendedoras netas de los permisos y las más ricas compradoras netas. Así, el mecanismo de permisos genera una transferencia de los más ricos a los más pobres.

Este texto presenta un modelo económico de equilibrio general que pretende dilucidar las consecuencias principales en términos de bienestar y desigualdad de la implementación de este tipo de política pública. En el modelo hay dos bienes, uno contaminante y otro no contaminante. El bien contaminante genera una externalidad en la función de utilidad del agente. Por esta razón, la solución de este modelo bajo una economía centralizada tiene un nivel óptimo de contaminación. Posteriormente, la tesis plantea una economía descentralizada con permisos ambientales transferibles. Estos permisos agregados determinan la nueva cantidad máxima del bien contaminante que se puede consumir. Los permisos son distribuidos de manera equitativa a toda la población. Finalmente, se crea un mercado para encontrar los precios de equilibrio del modelo.

El modelo presenta tres resultados principales. Primero, esta política logra disminuir la emisión de la contaminación de la sociedad ya que permite reducir el consumo de bienes nocivos. Segundo, el mecanismo de permisos logra incrementar el consumo de ambos bienes de consumo de las personas más pobres. Es decir, incrementa el consumo tanto del bien contaminante como del bien no contaminante. Sin embargo, a pesar de este incremento, la contaminación agregada disminuye ya que esta limitada por la cantidad de permisos otorgada. Tercero, el modelo logra bajo ciertos parámetros converger a una situación de planificador central. Es decir, este modelo presenta la posibilidad de equidad total sin necesidad de generar transferencias directas de recursos.

La literatura actual en la conjunción de economía ambiental y desigualdad solo se encuentra enfocada en la afectación desproporcionada que existe del cambio climático a los países y personas más pobres. La literatura en economía no es enfática en la utilización de políticas públicas ambientales con objetivos de redistribución. Es más, la literatura ha presentado preocupación por la afectación a la población más vulnerable. Por ejemplo, Chapa and Ortega (2017)

encontraron que un impuesto al carbono sería regresivo en México. Es por esta razón que los impuestos a los energéticos contaminantes es una política impopular en la mayoría de los países. También, se ha enfocado en la implementación de permisos transferibles (Convery, 2008) o en la estimación de impuestos óptimos (Antón and Hernandez-Trillo, 2014). Sin embargo, la literatura no ha utilizado las políticas ambientales como una herramienta para disminuir la desigualdad. En consecuencia, este texto propone abordar esta problemática desde una perspectiva novedosa al combinar políticas para el combate de la desigualdad con políticas ambientales.

Capítulo 2

Revisión de literatura

A pesar del sorprendente desarrollo económico del mundo en el último siglo, el incremento del ingreso en algunos sectores de la sociedad no ha tenido el efecto de derrame que se esperaba. En consecuencia, la persistencia de la pobreza y la desigualdad caracteriza a muchos países en la actualidad . Por ejemplo, la razón de ingresos entre el 10% más rico y el 10% más pobre de la OCDE se ha incrementado de 1:7 en 1980 a 1:9.5 en 2014. (Cingano, 2014) El consenso académico actual es que la desigualdad no es deseable, sin embargo, este consenso no siempre existió. Por ejemplo, la hipótesis de la curva de Kuznets dice que la desigualdad era una consecuencia natural del crecimiento económico. Este autor propuso que la desigualdad incrementaría conforme el desarrollo económico lo hiciera en un principio, sin embargo que posteriormente esta disminuiría. (Kuznets, 1955) En la actualidad, esta visión no prevalece. Dabla-Norris et al. (2015), Cingano (2014) , entre otros han encontrado efectos negativos de la desigualdad en el crecimiento económico y en el bienestar de la sociedad. En este marco, los economistas se han dado la tarea de buscar estrategias para tratar de disminuir este problema. Entre las propuestas más relevantes están las de los economistas como Piketty (2014) y Stiglitz (2012). Estos autores proponen el incremento de las tasas impositivas de manera que el impuesto al ingreso funcione como una herramienta de distribución de la riqueza. También existen otro tipo de propuestas menos ortodoxas, como lo es el ingreso básico universal (IBU). Parijs (2004) describe esta

propuesta como una de las mejores herramientas teóricas para combatir la desigualdad.

Aunado al problema de desigualdad, el crecimiento económico y poblacional de la sociedad ha comenzado a tener afectaciones graves al ecosistema. Según Fankhauser (1994), el incremento de la temperatura de la atmósfera debido a la quema de combustibles fósiles puede llegar a tener afectaciones económicas de hasta 30 dólares por cada tonelada de emisión. Estas afectaciones van desde el incremento de patrones de clima hostiles hasta la inundación de ciudades costeras.

La economía ambiental surge como una manera de cuantificar daños y tomar decisiones sobre las afectaciones ecológicas que causa el crecimiento económico. En este sentido, esta subdisciplina retoma el término de las externalidades para argumentar la imposición de medidas restrictivas en los mercados con el objetivo de disminuir la afectación que tenemos al medio ambiente. La literatura esboza tres tipos de medidas para disminuir la contaminación: comando y control, impuestos/subsidios y mercados de derechos de propiedad. (Tietenberg, 1990) Cada uno de estos tipos de control de emisiones tiene sus ventajas y desventajas. El control directo es costoso y difícil de mantener el países con instituciones débiles. Los permisos de emisiones de contaminantes no son los preferidos por la costosa administración de estos sistemas, sin embargo, existen algunos casos de implementación exitosa. (Convery, 2008) Finalmente, los favoritos por la facilidad de implementación son los impuestos y subsidios. De esta manera, el impuesto o subsidio afecta la decisión del agente al aumentar el costo de un bien contaminante o disminuir el costo de una actividad ecológica.

Con base en el análisis del medio ambiente y de la desigualdad surge la duda sobre si existen soluciones diferentes y viables para disminuir estos problemas. la hipótesis de este texto es que sí. El estilo de vida de los deciles más altos de la población mundial los lleva a contaminar mucho más que los deciles más bajos. En Mexico, Antón and Hernandez-Trillo (2014) notaron la divergencia que existe en el consumo de gasolina según los diferentes deciles de ingreso. Aún más, Tellez (2018) estimó cuáles serían los posibles efectos sobre los deciles de ingreso de la implementación de este tipo de sistema sobre México y mostró evidencia en favor de su poder

redistributivo. Sin embargo, carece de una estructura teórica que permita entender el mecanismo de funcionamiento de esta propuesta. Así, esta tesina propone crear un modelo teórico de un sistema de permisos transferibles individuales para contrarrestar el consumo de bienes contaminantes y, al mismo tiempo, reducir la desigualdad. Es decir, utilizar el cobro de las afectaciones ambientales para lograr la redistribución del ingreso entre la población. También, este texto busca abrir el campo de discusión e investigación teórica y empírica de la utilización de medidas ambientales como forma de redistribución del ingreso.

Esta idea se expuso inicialmente en el texto de Tellez (2018). Esta tesina presenta la diferentes formas en que se ha tratado de contrarrestar la desigualdad desde diversos ángulos y expone la propuesta de utilizar un sistema de permisos ambientales transferibles como una alternativa para la distribución del ingreso. En este documento, el autor establece un hecho estilizado en el caso de México: la progresividad del consumo de gasolina. Esta tesina expone que las familias pertenecientes a los tres deciles más altos en ingresos en México consumen casi el 70% del total del consumo de gasolina por hogares. Con base en esto, el autor estimó que si en lugar de utilizar un sistema impositivo en la gasolina, se genera un sistema de permisos transferibles se podría lograr transferencias considerables a las familias con los ingresos más bajos. Continuando con esta propuesta, esta tesina propone fundamentar teóricamente las estimaciones realizadas y empezar a esclarecer las posibles condiciones necesarias para que una implementación de este tipo se pudiera llevar a cabo.

Este texto encaja dentro de tres tipos de literaturas: en la del medio ambiente por el carácter de los permisos transferibles; en la de los mecanismos para disminuir desigualdad; y en la de la conjunción de la pobreza y el medio ambiente. La primera área de la literatura (permisos transferibles ambientales) plantea la idea de la utilización de permisos transferibles como una manera alternativa a la imposición de impuestos. El fundamento teórico de la utilización de derechos de propiedad para resolver problemas de externalidades se encuentra en el Teorema de Coase (Coase, 1989). Este autor encontró que bajo ciertas condiciones, la asignación de derechos de propiedad sobre bienes no comerciables que generan externalidades puede eliminar

la ineficiencia del mercado. La literatura reciente sobre permisos transferibles se ha tenido principalmente tres enfoques: comparación de los permisos con impuestos (Pezzey, 2003); los posibles problemas que pueden surgir en la implementación de los permisos (Hahn and Noll, 1983); y la eficiencia real que obtienen estos sistemas (Kerr and Maré, 1998). Sin embargo, la literatura carece de teoría que esgrime las consecuencias que la utilización de este sistema puede tener sobre la distribución del ingreso. Inclusive, en la literatura análoga de impuestos ambientales únicamente se ha hablado de heterogeneidad en términos de eficiencia. En ese sentido, la tesina aporta dos ideas a la literatura actual sobre permisos. Por un lado, propone la utilización de los permisos transferibles de manera individual. Usualmente, los modelos teóricos de este sistema se proponen para las empresas y no para los consumidores. Por otro lado, propone examinar las consecuencias que puede tener la implementación de este sistema en la distribución del ingreso.

La segunda área del conocimiento económico sobre la desigualdad es vasta. El enfoque en el que esta tesina se adentra es el de propuestas teóricas de política pública para la disminución de la desigualdad. Así, este texto se une a propuestas como el impuesto de tasa negativo (Friedman, 2009), el incremento a la tasa impositiva sobre las herencias y el ingreso (Davies, 1982), las transferencias condicionadas (Soares, Guerreiro Osorio, Veras Soares, Medeiros, and Zepeda, 2009) y el ingreso básico universal (Atkinson, 1996). Sin embargo, en contraste con estas propuestas, hay tres características de los permisos ambientales transferibles que los favorecen como propuesta para disminuir desigualdad. Primero, debido a que se busca implementar en bienes normal y cuyo consumo sea por las familias de la parte mas alta de la distribución, no existe costo de identificación de las personas más vulnerables. Por esta razón, su costo fiscal puede ser más bajo que las transferencias condicionadas. Segundo, si los permisos se colocan en los mercados de bienes contaminantes, pueden coadyuvar a la reducción de la contaminación emitida. Tercero, a diferencia de tasa impositiva, este sistema es una transferencia directa de activos con valor a la población. En contraste, los demás mecanismos usualmente son percibidos como cargas económicas.

Finalmente, en la limitada literatura que conjuga el medioambiente y la economía existen dos vertientes en las que esta tesina puede aportar. La primer vertiente habla sobre el crecimiento económico y la ecología. Existía una hipótesis que el crecimiento de un país en un principio incrementaría la emisión de contaminantes y posteriormente conforme la tecnología se fuera desarrollando este nivel de emisiones disminuiría. (Grossman and Krueger, 1991) Sin embargo, posteriormente, surgió literatura refutando esta hipótesis. (Stern, 2004) En ese sentido, esta tesina se agrega a esta literatura al tratar de desvincular la ecología con resultados económicos negativos. Sin embargo, este texto se enfoca en la desigualdad del ingreso y no en el crecimiento.

En la segunda vertiente, la literatura presenta artículos que hablan sobre la considerable afectación a las familias más vulnerables de la población de la implementación políticas ambientales (Parry, 2004). Contraponiendo a esto, esta tesina pretende mostrar una manera para conciliar la utilización de políticas ambientales y el combate a la precariedad en la población. En particular, propone la utilización de este sistema de permisos transferibles como un mecanismo de redistribución del ingreso.

Para realizar esta aportación, la tesina presenta un modelo de equilibrio general que esclarece el posible funcionamiento del sistema de permisos ambientales individuales en una economía con agentes heterogéneos. El texto muestra bajo qué circunstancias dentro de la economía se puede llegar a una redistribución de la riqueza. En particular, el modelo arroja dos resultados relevantes. Primero, la sustitución en la utilidad entre el bien contaminante y el no contaminante implica que el sistema de permisos transferibles aumenta el consumo de ambos bienes para el agente más pobre. Esta es una consecuencia del sistema debido a que los pobres son los que consumen relativamente menos del bien en la economía sin intervención. Al consumir menos antes de la intervención, cuando se genera el mecanismo se convierten en vendedores netos de permiso. Esto implica que obtienen un ingreso que se distribuye en el consumo de ambos bienes.

El segundo resultado es que entre más relevante sea el bien en la función de utilidad, más fuerte es el efecto redistributivo del sistema de permisos. Es decir, entre más difícil sea sustituir el bien contaminante por el bien no contaminante la redistribución es aun mayor. Este argumento

encamina a implementar este tipo de mecanismo en mercados de bienes contaminantes de baja sustituibilidad.

Capítulo 3

Modelo Teórico de afectación al medio ambiente de agentes heterogéneos

Esta tesina propone utilizar un sistema de permisos transferibles ambientales para disminuir las emisiones contaminantes y al mismo tiempo mejorar la redistribución de recursos en la población. Este sistema otorgaría de manera equitativa la misma cantidad de permisos a todas las personas de la población. Así, las personas que consuman más del promedio de consumo tendrían que comprar permisos. En contraste, las personas que consuman menos del promedio venderían estos permisos.

3.1 Planteamiento de variables y supuestos de modelo

La economía planteada es de dotación. Hay dos tipos de agentes representativos. El primero, "el agente rico", está identificado por el subíndice h y recibe una dotación w_h . El segundo, "el agente pobre" se identifica con el subíndice l y recibe una dotación w_l . Estas dotaciones mantienen la siguiente relación:

$$w_h > w_l \tag{3.1}$$

En la economía hay dos bienes de consumo. El agente decide las cantidades de compra del bien contaminante f_i y del bien no contaminante c_i . También existe una cantidad de contaminación $P(f_l, f_h)$ que afecta su utilidad. Ahora bien, Estos dos bienes y la contaminación generan la utilidad de los dos agentes. Esta utilidad es igual para ambos tipos de agentes y está representada por:

$$U_i(c_i, f_i) = c_i^\alpha f_i^\beta - aP(f_l, f_h); \alpha, \beta \in \mathbb{R}_{\geq 0}; \beta < 1 \quad (3.2)$$

El consumo de f provoca contaminación. En particular, la utilización del bien contaminante f incrementa el nivel de contaminación P linealmente para cada individuo. La relación lineal de la contaminación sobre su consumo asume que el incremento de contaminación es constante. También, se asume que no existen la misma cantidad de individuos ricos que de individuos pobres. El modelo denota γ_l como la proporción de individuos pobres de la población. Así, la relación entre contaminación P y uso del insumo f viene dada por:

$$P(f_l, f_h) = \gamma_l f_l + (1 - \gamma_l) f_h \quad (3.3)$$

Las dotaciones están otorgadas en términos de un bien monetario \bar{W} . La cantidad \bar{W} proviene de la suma ponderada de las dotaciones de cada tipo.

$$\bar{W} = \gamma_l w_l + (1 - \gamma_l) w_h \quad (3.4)$$

Los consumidores asumen que no tienen injerencia en la cantidad de contaminación $P(f_l, f_h)$ y la asumen como una variable exógena al momento de resolver su problema de maximización.

En la economía existe una cantidad disponible máxima de los bienes \bar{F} y \bar{C} . De esta manera, el problema del agente representativo i queda de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \max_{\{c_i, f_i\}} \quad & c_i^\alpha f_i^\beta - aP(f_l, f_h) \\ \text{sujeto a} \quad & w_i = p_F f_i + p_C c_i \end{aligned} \tag{3.5}$$

La forma de la función de utilidad y la estructura de la generación de contaminación implican que las condiciones de primer orden son necesarias y suficientes para maximizar este problema.

3.2 Solución y comparación de la economía del mercado y del planificador benevolente

Ahora bien, primero el texto presenta la solución del problema para el agente representativo en el caso de una economía de mercado competitiva y la compara con el resultado obtenido en el caso de la solución del problema por un planificador centralizado.

3.2.1 Economía de Mercado

Dado el problema 3.5 presentado en el inicio del capítulo, el lagrangiano asociado quedaría de la siguiente manera:

$$L : c_i^\alpha f_i^\beta - aP(f_l, f_h) - \lambda_i(p_F f_i + p_C c_i - w_i) \tag{3.6}$$

Con base en este lagrangiano se obtienen las condiciones de primer orden:

$$\begin{aligned} L_{c_i} : \quad & \alpha c_i^{\alpha-1} f_i^\beta = \lambda_i p_C \\ L_{f_i} : \quad & \beta c_i^\alpha f_i^{\beta-1} = \lambda_i p_F \\ L_\lambda : \quad & w_i = p_F f_i + p_C c_i \end{aligned} \tag{3.7}$$

Dada la solución del problema de maximización de los agentes representativos definimos el equilibrio competitivo de la economía como las cantidades $\{f_l^*, f_h^*, c_l^*, c_h^*\}$ y los precios $\{p_C, p_F\}$ tal que:

- Resuelven el problema de maximización de utilidad de ambos tipos de individuos. (Ecuaciones 3.7)
- Vacían todos los mercados de la economía. (Ecuaciones 3.8)

Normalizando el número de personas en la economía a 1, obtenemos las proporciones del número de individuos pobres γ_l y la proporción de los individuos ricos $1 - \gamma_l$. El vaciado de los mercados ocurre cuando se satisfacen las siguientes: ecuaciones:

$$\begin{aligned}\gamma_l f_l + (1 - \gamma_l) f_h &= \bar{F} \\ \gamma_l c_l + (1 - \gamma_l) c_h &= \bar{C}\end{aligned}\tag{3.8}$$

Así el sistema de ecuaciones a resolver para encontrar el equilibrio en esta economía es la combinación de las ecuaciones 3.7 para los individuos l y h y las ecuaciones de vaciado de mercado 3.8. La solución que se obtiene de este problema es:

$$\begin{aligned}p_C &= \frac{\alpha}{\alpha + \beta} * \frac{\bar{W}}{\bar{C}} \\ p_F &= \frac{\beta}{\alpha + \beta} * \frac{\bar{W}}{\bar{F}} \\ C_i &= \frac{\bar{C} * W_i}{\bar{W}} \\ F_i &= \frac{\bar{F} * W_i}{\bar{W}}\end{aligned}\tag{3.9}$$

3.2.2 Economía Centralizada

En la economía centralizada, existe un planificador benevolente que asigna las cantidades de consumo de los bienes en la economía. El planificador agrega la preferencias de todos los individuos sumando ponderadamente las utilidades de los individuos. Estas ponderaciones son la proporción de individuos de cada tipo que hay en la sociedad. Los supuestos que se hacen sobre este planificador es que puede modificar las cantidades consumidas de los bienes sin considerar su dotación inicial y tiene la capacidad de observar la contaminación generada por cada individuo. Así, el problema del planificador se denota como:

$$\begin{aligned}
& \max_{\{f_l, f_h, c_l, c_h\}} \gamma_l(c_l^\alpha f_l^\beta) + (1 - \gamma_l)(c_h^\alpha f_h^\beta) - aP(f_l, f_h) \\
& \text{sujeto a} \quad \gamma_l(c_l) + (1 - \gamma_l)c_h = \bar{C} \\
& \quad \quad \quad P(f_l, f_h) = \gamma_l f_l + (1 - \gamma_l)f_h
\end{aligned} \tag{3.10}$$

Sustituyendo la restricción sobre la contaminación en el problema, éste se reescribe como:

$$\begin{aligned}
& \max_{\{f_l, f_h, c_l, c_h\}} \gamma_l(c_l^\alpha f_l^\beta) + (1 - \gamma_l)(c_h^\alpha f_h^\beta) - a\gamma_l f_l - a(1 - \gamma_l)f_h \\
& \text{sujeto a} \quad \gamma_l(c_l) + (1 - \gamma_l)c_h = \bar{c}
\end{aligned} \tag{3.11}$$

El lagrangiano asociado al problema 3.11 queda de la siguiente forma:

$$L : \gamma_l(c_l^\alpha f_l^\beta) + (1 - \gamma_l)(c_h^\alpha f_h^\beta) - a\gamma_l f_l - a(1 - \gamma_l)f_h - \lambda(\gamma_l(c_l) + (1 - \gamma_l)c_h - \bar{C}) \tag{3.12}$$

Así las condiciones de primer orden para el planificador central quedan de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
L_{f_l} : \quad & \beta c_l^\alpha f_l^{\beta-1} = a \\
L_{c_l} : \quad & \alpha c_l^{\alpha-1} f_l^\beta = \lambda \\
L_{f_h} : \quad & \beta c_h^\alpha f_h^{\beta-1} = a \\
L_{c_h} : \quad & \alpha c_h^{\alpha-1} f_h^\beta = \lambda \\
L_\lambda : \quad & \gamma_l(c_l) + (1 - \gamma_l)c_h = \bar{C}
\end{aligned} \tag{3.13}$$

Estas condiciones de primer orden son necesarias y suficientes debido a la estructura del lagrangiano asociado. Ahora, definimos las cantidades que resuelven el problema 3.13 como:

$$Q^\# = \{f_l^\#, c_l^\#, f_h^\#, c_h^\#\} \tag{3.14}$$

Ahora bien, note que las condiciones del planificador centralizado no toman en cuenta la restricción del bien contaminante disponible expresada en 3.8. Esto implica que la solución $Q^\#$ puede darse tal que $\alpha_l F_l + (1 - \alpha_l) F_H > \bar{F}$. Sin embargo, se asume en el modelo que este no es el caso. Matemáticamente, suponemos que la afectación a es lo suficientemente grande para que en equilibrio:

$$\gamma_l f_l^\# + (1 - \gamma_l) f_h^\# < \bar{F} \quad (3.15)$$

Este supuesto está fundamentado intuitivamente en el hecho que la cantidad disponible actual de bienes contaminantes es mayor que a la socialmente óptima. Si este no fuera el caso, entonces de hecho la contaminación no sería un problema y no habría por qué considerar la externalidad.

Las condiciones de primer orden del planificador varían con respecto a la solución descentralizada. Por esta razón, la intervención en esta economía podría llevar a una mejor situación. Inclusive, aunque los consumidores tomaran en cuenta su producción de contaminación, no considerarían su afectación en la utilidad del otro. Por lo tanto, aún considerando la contaminación que generan no se genera una decisión óptima.

Las condiciones 3.13 nos dan como solución:

$$\begin{aligned} C_i &= \bar{C}; i = h, l \\ F_i &= \left[\frac{\beta \bar{C}}{a} \right]^{1-\beta}; i = h, l \end{aligned} \quad (3.16)$$

Es decir, bajo estos supuestos, la solución del planificador es que ambos individuos consuman lo mismo y que el consumo de f_i este relacionado con la cantidad disponible de \bar{C} .

3.3 Mecanismo de disminución de contaminantes

Los dos mecanismos más populares que se han propuesto en la literatura para tratar de resolver las externalidades son los impuestos pigouvianos y los sistemas de permisos transferibles. Los impuestos modifican los precios relativos de la economía para que los agentes internalicen las afectaciones que hacen a los demás. En contraste, el sistema de permisos no impone un valor

específico al incremento de este precio relativo. Este sistema otorga de alguna forma permisos sobre la contaminación. Posteriormente, los agentes intercambian estos permisos a un precio que modifica el precio relativo del bien contaminante. Esta tesina propone un modelo que utiliza el segundo mecanismo.

Los supuestos utilizados en este modelo sobre la información del agente son los mismos que para el agente descentralizado. El individuo conoce los precios del mercado y su dotación inicial. Con base en esta información, el individuo decide sus demandas de bienes. El individuo sigue considerando que no tiene un efecto en la cantidad de contaminación en el ambiente.

También, el modelo asume que la cantidad óptima de contaminación es un parámetro exógeno que viene dado por la autoridad central. Es decir, la variable $P^\#$ se obtiene de la solución al problema como el expuesto en 3.11. Sin embargo, los resultados del modelo en afectación son robustos aunque no se modifique la cantidad contaminada. Es decir, la redistribución ocurre incluso si no hay ninguna reducción en el nivel de contaminantes.

Así, con estos parámetros procedemos ahora a resolver este modelo simplificado para la economía descentralizada con intervención. En esta economía existen los permisos transferibles que permiten consumir contaminación. La cantidad óptima de contaminación viene dada de la solución del problema del planificador central (3.11) y esta dada por $P^\# = \gamma_l f_l^\# + (1 - \gamma_l) f_h^\#$. Una vez que se determina la cantidad $P^\#$ de contaminación óptima agregada, se distribuyen permisos de contaminación de manera equitativa entre la sociedad de manera que cada quien tenga la misma cantidad de permisos. Como en esta economía el tamaño de la sociedad está normalizado a 1, cada persona obtendrá $P^\# = \bar{d}$ de permisos de contaminación. Asegurando así que el consumo agregado de contaminación sea $P^\# = \gamma_l P_l^\# + (1 - \gamma_l) P_h^\#$. Donde $P_i^\#$ denota la cantidad demanda por el individuo i de contaminación.

3.3.1 Solución al problema con permisos

En contraste con el problema anterior, ahora se genera el sistema de permisos que requiere la utilización de estos como forma de consumo del bien contaminante. Es decir, para consumir

una unidad de f es necesario comprar también una unidad de permisos d . De esta manera, el problema queda planteado como:

$$\begin{aligned} \max_{\{c_i, f_i\}} \quad & c_i^\alpha f_i^\beta - aP(f_l, f_h) \\ \text{sujeto a} \quad & w_i + p_d \bar{d} = p_F f_i + p_C c_i + p_d d_i \\ & d_i = f_i \end{aligned} \quad (3.17)$$

En este modelo suponemos que la dotación está en términos del bien c que es el numerario. En el caso descentralizado no se utilizó un bien numerario para no tener que modificar las dotaciones al pasar de una economía a otra y poder comparar los resultados.

Continuando con la solución, el problema se puede simplificar sustituyendo d_i en la restricción:

$$\begin{aligned} \max_{\{c_i, f_i\}} \quad & c_i^\alpha f_i^\beta - aP(f_l, f_h) \\ \text{sujeto a} \quad & w_i + p_d \bar{d} = (p_F + p_d) f_i + p_C c_i \end{aligned} \quad (3.18)$$

De esta manera, el lagrangiano asociado al problema 3.18 es:

$$L : c_i^\alpha f_i^\beta - aP(f_l, f_h) - \lambda_i((p_F + p_d) f_i + p_C c_i - w_i - p_d \bar{d}) \quad (3.19)$$

Dado este problema las condiciones de primer orden quedan de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} L_{c_i} : \quad & \beta c_i^\alpha f_i^{\beta-1} = (p_f + p_b) \lambda \\ L_{f_i} : \quad & \alpha c_i^{\alpha-1} f_i^\beta = \lambda \\ L_\lambda : \quad & (p_F + p_d) f_i + p_C c_i = w_i + p_d \bar{d} \end{aligned} \quad (3.20)$$

Las condiciones de vaciado de mercado para esta economía están dadas por:

$$\begin{aligned} \alpha_l F_l + (1 - \alpha_l) F_h &= F^\# \\ \alpha_l C_l + (1 - \alpha_l) C_h &= \bar{C} \end{aligned} \quad (3.21)$$

La solución que se obtiene del problema utilizando las ecuaciones 3.20 y 3.21 son:

$$\begin{aligned}
 p_C &= 1 \\
 p_P &= \frac{(\alpha + \beta)\bar{C} - \alpha\bar{W}}{\alpha F^\#} \\
 p_F &= \frac{\bar{W} - \bar{C}}{F^\#} \\
 C_i &= (w_i - \bar{W})\frac{\alpha}{\alpha + \beta} + \bar{C} \\
 F_i &= (w_i - \bar{W})\frac{\alpha}{\alpha + \beta}\frac{F^\#}{\bar{C}} + F^\#
 \end{aligned} \tag{3.22}$$

3.4 Análisis del resultados teóricos

Dados los resultados obtenidos en la solución a los modelos anteriores, se realizaron estimaciones sobre los modelos con base en parámetros. Primero analíticamente hay restricciones sobre los parámetros para que el modelo tenga consistencia. Las restricciones son:

$$\begin{aligned}
 \beta &< 1 \\
 \bar{W} &> \bar{C} \\
 (\alpha + \beta)\bar{C} &> \alpha\bar{W}
 \end{aligned} \tag{3.23}$$

Con estas condiciones al realizar estimaciones numéricas sobre el modelo obtenemos un incremento en el consumo de ambos bienes de las personas tipo "l" y una disminución en el consumo de ambos bienes de las personas tipo "h". Esto ocurre independientemente si la cantidad de permisos es mayor o menor a la cantidad original de consumo de F. Es decir, aunque no se lograra la disminución de contaminación, esta política puede ser implementada para lograr redistribución. Por ejemplo, supongamos los parámetros: $\gamma_l = 0.95, \alpha = 0.1, \beta = 0.9, w_h = 20, w_l = 10, \bar{F} = 5, \bar{C} = 10, \bar{W} = 10.5, a = 1$. En este ejemplo, los consumos para cada escenario serían:

Las estimaciones numéricas corroboran cuatro resultados analíticos interesantes. Primero, no es necesario que se disminuya el nivel de contaminantes para lograr una redistribución me-

Var	Inicial	Permisos sin disminuir contaminación	Permisos disminuyendo contaminación
p_C	0.105	1	1
p_F	1.89	.1	.40
p_P	NA	17.9	71.88
c_h	19.04	10.95	10.95
f_h	9.52	5.48	1.36
c_l	9.52	9.95	9.95
f_l	4.76	4.98	1.24
<i>Utilidad</i>	-4.64	-4.64	-0.96
$\bar{F}, F^\#$	5	5	1.246

Tabla 3.1: Simulación de modelo

dante el sistema de permisos transferibles. El sistema de permisos por sí solo logra la redistribución. Si este modelo refleja parte de la realidad existente en las sociedades modernas, la implementación de este tipo de sistema por sí solo genera redistribución.

Por un lado, este primer análisis es muy alentador. Este resultado implica que no es necesario tener el nivel óptimo de contaminación para empezar a ver efectos en términos de redistribución. Es decir, esta política podría implementarse meramente como una forma de lograr redistribución y cumplir su cometido.

Segundo, la utilidad agregada se mantiene constante si no se implementa una disminución de la contaminación. Inclusive sin disminuir la contaminación no hay afectación en términos de bienestar agregado por la imposición del sistema. Esto recalca la fortaleza de este mecanismo como forma de generar mayor igualdad.

No afectar a la utilidad agregada implica que el beneficio de este sistema es directamente en cuestión redistributiva. Es decir, al no tener que crear un sistema de impuestos y transferencias, se crea un mecanismo de permisos ambientales que logra mejorar el bienestar de los más pobres y disminuir la emisión agregada de contaminantes.

Tercero, la utilidad incrementa en el momento que se restringe la cantidad de consumo del bien contaminante. En este sentido, obtenemos un mejor escenario al disminuir la cantidad del bien contaminante en circulación. Por la externalidad existente, el modelo obtiene un bienestar

social mayor al momento de generar el sistema de permisos transferibles y limitar la cantidad de contaminación generada.

3.4.1 Análisis de las variables

En esta sección, el texto analiza las expresiones algebraicas del modelo y qué intuición puede aportar a la posible aplicación de esta política. La siguiente tabla muestra los resultados analíticos de ambos modelos para las diferentes variables a explicar:

Var	Inicial	Permisos
p_C	$\frac{\alpha}{\alpha+\beta} * \frac{\bar{W}}{\bar{C}}$	1
p_F	$\frac{\beta}{\alpha+\beta} * \frac{\bar{W}}{\bar{F}}$	$\frac{\bar{W}-\bar{C}}{F^\#}$
p_P	NA	$\frac{(\alpha+\beta)\bar{C}-\alpha\bar{W}}{\alpha F^\#}$
C_i	$\frac{\bar{C} * W_i}{\bar{W}}$	$(w_i - \bar{W}) \frac{\alpha}{\alpha+\beta} + \bar{C}$
F_i	$\frac{\bar{F} * W_i}{\bar{W}}$	$(w_i - \bar{W}) \frac{\alpha}{\alpha+\beta} \frac{F^\#}{\bar{C}} + F^\#$

Tabla 3.2: Solución de Modelos

Primero, compararemos el precio relativo de bien contaminante antes y después de la intervención del permiso. Cuando hay permisos, el precio del bien contaminante no sólo es p_F sino $p_F + p_P$. No es necesario dividir entre p_C ya que en el caso con permisos este precio es uno. En el caso del mercado con permisos, el precio relativo del combustible está dado por p_F/p_C . Así, para comparar el precio relativo del combustible en ambos casos las fracciones relevantes son $(p_F + p_P)/p_C$, en el caso con permisos, y p_F/p_C en el caso sin permisos. Así, podemos obtener las siguiente fracciones Esta tabla muestra que el precio relativo del combustible solamente cambia debido a la disminución en la cantidad del bien contaminante disponible. Es decir, el efecto sobre el precio del bien contaminante solo es efecto de la nueva escasez del bien.

Variable	Sin permisos	Con permisos
p_F/p_C	$\frac{\beta\bar{C}}{\alpha\bar{F}}$	$\frac{\beta\bar{C}}{\alpha F^\#}$

Tabla 3.3: Precios relativos entre modelos

Variable	Sin permisos	Con permisos
C_i	$\frac{\bar{C} * W_i}{\bar{W}}$	$(w_i - \bar{W}) \frac{\alpha}{\alpha + \beta} + \bar{C}$
F_i	$\frac{\bar{F} * W_i}{\bar{W}}$	$(w_i - \bar{W}) \frac{\alpha}{\alpha + \beta} \frac{F^\#}{\bar{C}} + F^\#$

Tabla 3.4: Comparativa de consumos entre modelos

Este modelo sugiere que, en caso de que se implementara este sistema sobre una economía sin modificar la cantidad de contaminación, el precio relativo del bien contaminante sería el mismo. Esto es un resultado relevante ya que motiva el hecho de que no se generan ineficiencias en los mercados con este sistema. Los precios siguen reflejando la escasez o abundancia de los recursos disponibles.

Segundo, el modelo muestra que hay efectos sobre el consumo de ambos bienes por la creación de este sistema de permisos. Las cantidades óptimas bajo los diferentes esquemas quedan de la siguiente forma:

El modelo muestra que en el caso sin permisos las decisiones de consumo solo se modifican de acuerdo a la riqueza relativa que el agente tiene en la sociedad. Es decir, no es la riqueza absoluta lo que determina la cantidad de consumo del individuo, sino su posición relativa respecto al otro lo que le permite incrementar su consumo. En consecuencia, el incremento de la riqueza del individuo respecto a los demás es la única manera de incrementar el consumo de ambos bienes. Este resultado implica que la posición relativa es indispensable cuando existen recursos limitados. En otras palabras, la posición económica en la que el individuo se encuentre en la población es lo más relevante para determinar su consumo.

En contraste, en el caso con permisos esto no siempre ocurre. El modelo con permisos muestra que la afectación sobre el consumo de un incremento en la dotación sigue dependiendo de la posición relativa del individuo. Sin embargo, el incremento efectivo del consumo que ocurre ante el incremento del ingreso solamente será en la proporción $\frac{\alpha}{\alpha + \beta}$.

También, en el modelo con permisos note que si tu dotación w_i está por encima de la dotación promedio \bar{W} entonces hay un efecto negativo de este sistema de permisos sobre tu consumo. Si, en cambio, tu dotación w_i está por debajo de la dotación promedio \bar{W} hay un efecto positivo de

de consumo de ambos bienes. Es decir, en contraste con la anterior su posición relativa ahora no tiene un efecto tan directo sobre tu capacidad de consumo.

Más aún, el modelo muestra que entre más grande sea β con respecto a α el resultado converge a la solución del planificador centralizado donde los individuos consumen la misma cantidad de ambos bienes. Este análisis implica dos cosas para la implementación. Primero, entre más relevante sea el bien contaminante para la utilidad, más efecto redistributivo generará la creación de este sistema. Segundo, el efecto redistributivo del sistema se irá mermando conforme haya mayor sustituibilidad del bien contaminante.

Este escenario presenta resultados muy alentadores acerca del posible efecto redistributivo del sistema. Este ejercicio teórico sugiere que hay condiciones no tan fuertes para que este mecanismo logre una redistribución y una mejora en el bienestar social.

Capítulo 4

Conclusiones

El modelo de sistemas de permisos transferibles sugiere que implementar este sistema como política redistributiva podría resultar atractivo para los gobiernos. Primero, la simple implementación del mecanismo logra la redistribución sin necesidad de disminuir la cantidad de contaminación. Segundo, aunque la redistribución se puede lograr sin disminuir la contaminación, el sistema de permisos tiene la capacidad de disminuirla. Así, el sistema incrementa el bienestar de la población al reducir las externalidades provocadas por el consumo del bien contaminante. Tercero, este sistema no modifica los incentivos a incrementar los ingresos de los agentes. Como al final el consumo se ve afectado positivamente al incrementar el ingreso, no genera ningún incentivo perverso al agente de disminuir su productividad para incrementar su consumo. En contraste, un sistema de impuestos progresivos sí genera ineficiencias porque modifica el beneficio marginal de la inversión y el trabajo.

Este tipo de política pública puede ser muy atractiva para lograr redistribución por varias razones. Primero, porque no requiere la implementación de algún impuesto directo para lograr redistribución. Usualmente, las transferencias que se dan para disminuir la desigualdad en los países se financian a través de impuestos. Por esta razón, todas las políticas de transferencias implican la reducción del gasto de gobierno en otras áreas. Es decir, cómo la autoridad destina recursos a transferencias no puede utilizar estos recursos para la provisión de bienes públicos. Si

los gobiernos utilizan este tipo de mecanismos sobre bienes contaminantes que no estén tasados lograrían una política redistributiva sin tener que comprometer tantos recursos públicos.

Segundo, los gobiernos pueden utilizar este sistema para reducir las ineficiencias provocadas por el consumo de bienes contaminantes. La autoridad puede utilizar este mecanismo para disminuir paulatinamente el consumo de bienes contaminantes e incentivar su sustitución.

Tercero, este sistema puede ser una ayuda para la reducción de gastos en el tratamiento de la contaminación generada por el consumo. Por ejemplo, la recolección de basura o el tratamiento de aguas residuales. Si se implementa esta propuesta en este tipo de bienes, el generar un costo de contaminar disminuirá los incentivos a continuar produciendo y utilizando esos bienes.

4.1 Caso de México y posible utilización

En el caso de México, este mecanismo se puede utilizar en diferentes tipos de bienes contaminantes. Tellez (2018) menciona que una estimación sobre la implementación de este tipo de sistema en la gasolina en México, podría incrementar considerablemente los ingresos de los hogares más pobres de la población.

Aparte de disminuir la desigualdad y desincentivar a la contaminación, esta propuesta puede tener más beneficios en el caso de México. Si se implementa esta propuesta de forma que los depósitos de los permisos sean de manera electrónica mediante tarjetas de débito, esta propuesta puede ayudar a fomentar la inclusión financiera del país.

Finalmente, el caso de México es muy atractivo implementar para esta política por dos razones. Primero, la situación fiscal del país es apremiante y siempre se encuentra mucha dificultad de encontrar recursos para programas públicos. Segundo, la desigualdad en México es muy grande. Según Banco Mundial (2016) en México el índice de GINI es del .43 que es de los peores del mundo. Así, podemos ver que la riqueza de México está altamente concentrada. En ese sentido, este mecanismo podría ser un apoyo para disminuir este problema.

4.2 Posibles extensiones e inclusión en el modelo

Esta propuesta no es exhaustiva en todos los posibles modelos que se pueden presentar, sin embargo, sí ofrece un parangón para poder generar modelos más complicados que den luz a la posibilidad de existencia de este mecanismo. Para extender este análisis sería interesante proponer la creación de un impuesto ambiental óptimo y comparar el funcionamiento de este impuesto contra el mecanismo de permisos. También podría ser interesante trabajar sobre más de dos tipos de agentes y verificar que los resultados principales se mantienen. Finalmente, el modelo puede ser calibrado utilizando datos de consumo e ingreso de países que permitirían predecir el efecto sobre desigualdad y consumo que tiene el mecanismo.

Finalmente, la implementación de este tipo de sistema de permisos no está limitado a bienes contaminantes. Aunque estos bienes son atractivos para este sistema debido a la externalidad que provocan, esta propuesta no está limitada únicamente a bienes ambientales. Así, si eventualmente la tecnología implica la reasignación considerable de fuentes de trabajo, este mecanismo podría funcionar más allá de los bienes ambientales.

En suma, el modelo sugiere que implementar permisos transferibles logra disminuir la desigualdad y mejorar el bienestar agregado de la sociedad.

Referencias

- Antón, A. and F. Hernandez-Trillo (2014). Optimal gasoline tax in developing, oil-producing countries: The case of Mexico. *Energy Policy* 67, 564 – 571.
- Atkinson, A. B. (1996). *Public economics in action: the basic income/flat tax proposal*. Oxford University Press.
- Banco Mundial (2016). Gini index.
- Chapa, J. and A. Ortega (2017). Carbon tax effects on the poor: a {SAM}-based approach. *Environmental Research Letters* 12(9).
- Cingano, F. (2014). Trends in income inequality and its impact on economic growth. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers* (163).
- Convery, F. J. (2008, 12). Reflections?The Emerging Literature on Emissions Trading in Europe. *Review of Environmental Economics and Policy* 3(1), 121–137.
- Cooter, R. D. (1989). *The Coase Theorem*. Springer.
- Dabla-Norris, E., K. Kochhar, N. Suphaphiphat, F. Ricka, and E. Tsounta (2015, June). *Causes and Consequences of Income Inequality: A Global Perspective*. International Monetary Fund.
- Davies, J. B. (1982). The relative impact of inheritance and other factors on economic inequality. *The Quarterly Journal of Economics* 97(3), 471–498.
- Fankhauser, S. (1994). The economic costs of global warming damage: A survey. *Global Environmental Change* 4(4), 301 – 309.
- Friedman, M. (2009). *Capitalism and freedom*. University of Chicago press.

- Grossman, G. M. and A. B. Krueger (1991). Environmental impacts of a north american free trade agreement.
- Hahn, R. W. and R. G. Noll (1983). Barriers to implementing tradable air pollution permits: problems of regulatory interactions. *Yale J. on Reg.* 1(1), 63.
- Kerr, S. and D. Maré (1998). Transaction costs and tradable permit markets: The united states lead phasedown. *SSRN Electronic Journal*.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American Economic Review* 45(1), 1–28.
- Organización de las Naciones Unidas (2015). Memoria del secretario general sobre la labor de la organización.
- Parijs, P. V. (2004). Basic income: A simple and powerful idea for the twenty-first century. *Politics & Society* 32(1), 7–39.
- Parry, I. W. (2004). Are emissions permits regressive? *Journal of Environmental Economics and management* 47(2), 364–387.
- Pezzey, J. C. (2003). Emission taxes and tradeable permits a comparison of views on long-run efficiency. *Environmental and Resource Economics* 26(2), 329–342.
- Piketty, T. (2014). *Capital en el siglo XXI*. Harvard University Press.
- Soares, S., R. Guerreiro Osorio, F. Veras Soares, M. Medeiros, and E. Zepeda (2009). Conditional cash transfers in brazil, chile and mexico: impacts upon inequality. *Estudios económicos*, 207–324.
- Stern, D. I. (2004). The rise and fall of the environmental kuznets curve. *World Development* 32(8), 1419–1439.
- Stiglitz, J. E. (2012). *The Price of Inequality*. W. W. Norton & Company.
- Tellez, E. (2018). Pobreza y medio ambiente: Dotación universal de permisos ambientales. Tesis de Licenciatura, Centro de Investigación y Docencia Económicas.
- Tietenberg, T. H. (1990). Economic instruments for environmental regulation. *Oxford Review of Economic Policy* 6(1), 17–33.