



Los incentivos tributarios en la inversión ambiental de la industria colombiana

*Martha Yánez Contreras**
*Haroldo Rodríguez Páez***
*Héctor Mendoza Guardo****

Fecha de recepción: 3 de junio de 2024

Fecha de aprobación: 21 de diciembre de 2024

Resumen: Colombia enfrenta importantes desafíos ambientales debido a los efectos del cambio climático, que podrían generar graves desastres como olas de calor, tormentas, sequías, los cuales repercutirían en la disponibilidad de agua potable y la seguridad alimentaria, además de reducir el PIB y aumentar la pobreza y la desigualdad. Ante este escenario, el país ha implementado políticas para promover prácticas empresariales más sostenibles. Este artículo tiene como objetivo analizar el impacto de los incentivos tributarios en la inversión ambiental de los establecimientos industriales de Colombia, utilizando datos de la Encuesta Ambiental Industrial (EAI) y la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) entre 2014 y 2019. Para estimar el impacto de los incentivos fiscales sobre la inversión ambiental se utilizó la técnica Propensity Score Matching y para estimar la brecha en la inversión se empleó la descomposición Blinder-Oaxaca. Los resultados sugieren consistentemente que los establecimientos que recibieron beneficios tributarios realizan en promedio una mayor inversión ambiental que aquellos que no los recibieron. Adicionalmente, se encontró que los establecimientos que hicieron inversión ambiental fueron también los que más residuos generaron. Estos hallazgos resaltan la efectividad de las políticas tributarias para fomentar la inversión ambiental, aunque subrayan la necesidad de un monitoreo riguroso de posibles efectos secundarios que puedan afectar el cumplimiento de los objetivos sostenibles.

Palabras clave: tributación, inversión, medio ambiente, evaluación, industria, Colombia.

Clasificación JEL: C13; C33; Q51; Q58; O14.

Cómo citar

Yanez-Contreras, M., Rodríguez-Paez, H., & Mendoza-Guardo, H. (2025). Los incentivos tributarios en la inversión ambiental de la industria colombiana. *Apuntes del Cenes*, 44 (79). Págs. 137 - 170. <https://doi.org/10.19053/uptc.01203053.v44.n79.2025.17739>

* Magíster en Economía del Medio Ambiente. Docente investigador de la Universidad de Cartagena, Colombia. Líder investigadora del Grupo de Investigación Economía y Gestión del Medio Ambiente. myanezc@unicartagena.edu.co <https://orcid.org/0000-0003-0559-5835> ✉ Contacto de Correspondencia

** Magíster en Economía. Estudiante de doctorado de la misma universidad, Recife, Brasil. Investigador del Grupo de Investigación Economía y Gestión del Medio Ambiente. haroldo.rodriguez@ufpe.br <https://orcid.org/0000-0001-7304-7609>

*** Economista de la Universidad de Cartagena, Colombia. Investigador del Grupo de Investigación Economía y Gestión del Medio Ambiente. hmendoza@unicartagena.edu.co <https://orcid.org/0000-0002-8589-4386>

Tax Incentives for Environmental Investments in Colombian Industry

Abstract

Colombia faces significant environmental challenges because of climate change, which could lead to serious disasters such as heat waves, storms and droughts, affecting the availability of drinking water and food security, in addition to reducing GDP and exacerbating poverty and inequality. Faced with this scenario, the country has implemented policies aimed at promoting more sustainable business practices. This article aims to analyze the impact of tax incentives on the environmental investment of industrial firms in Colombia, using data from the Environmental Industrial Survey (EAI) and the Annual Manufacturing Survey (EAM) between 2014 and 2019. The Propensity Score Matching technique was used to estimate the impact of tax incentives on environmental investment and the Blinder-Oaxaca decomposition was used to estimate the investment gap. The results consistently suggest that establishments that received tax benefits, on average, make a higher environmental investment than those that did not receive these incentives. Additionally, it was found that firms that made environmental investments were also those that generated the most waste. These findings highlight the effectiveness of tax policies in encouraging environmental investment, although they underscore the need for rigorous monitoring of possible secondary effects on the fulfillment of sustainable objectives.

Keywords: taxation, investment, environment, evaluation, industry, Colombia.

INTRODUCCIÓN

La preocupación global por la sostenibilidad ambiental ha crecido significativamente en los últimos años, impulsada por los efectos del cambio climático y la contaminación. Según proyecciones del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), si no se toman medidas, la temperatura global aumentará entre 1.5 °C y 2 °C para mediados de siglo, lo que generará más eventos climáticos extremos como olas de calor, tormentas y sequías. Esto también afectará la disponibilidad de agua potable y la seguridad alimentaria, y aumentará la escasez de recursos en muchas regiones, especialmente en países en desarrollo (IPCC, 2022).

Lo anterior ha llevado a muchos países a implementar políticas más estrictas, especialmente en torno a la reducción de emisiones de carbono, la promoción de energías renovables y la conservación de los ecosistemas. Colombia, como parte de este esfuerzo global, enfrenta desafíos ambientales significativos. Según datos del Banco Mundial,

el cambio climático podría tener un impacto sustancial en la economía colombiana, con una reducción proyectada del PIB real entre 0.49 % y 1.9 % para 2050 (World Bank, 2022) la energía (31%). Así, El cambio climático amenaza el desarrollo de Colombia al incrementar la desigualdad, la pobreza y provocar daños en infraestructuras, interrupciones energéticas, y pérdidas en la productividad laboral, capital humano y agricultura (World Bank, 2023).

En ese sentido, los gobiernos han sido impulsados a poner en marcha políticas que promuevan prácticas empresariales más responsables y ecológicas. Entre estas políticas, los beneficios tributarios desempeñan un papel crucial al incentivar a las empresas a invertir en tecnologías y procesos que minimicen el impacto ambiental de sus actividades (Alola et al., 2023; Li et al., 2024; Zheng et al., 2023). En este contexto, Colombia ha adoptado políticas de protección ambiental basadas en protocolos, acuerdos y tratados internacionales, a fin de promover el crecimiento económico con una estructura de control y mejora ambiental. Estas políticas incluyen

instrumentos tributarios como deducciones y exenciones para incentivar la inversión de tecnologías sostenibles en los establecimientos industriales.

De esta forma, este artículo busca evaluar los efectos de los incentivos tributarios sobre la inversión ambiental de los establecimientos industriales incluidos en la encuesta ambiental industrial (EAI) y la encuesta anual manufacturera (EAM) para los años 2014-2019. Inicialmente se utilizó la técnica de Propensity Score Matching (PSM) para estimar el efecto promedio del tratamiento sobre los tratados (ATT), y luego, para complementar el análisis, se utilizó la descomposición Blinder-Oaxaca con el objetivo de conocer la brecha en la inversión ambiental entre los establecimientos que recibieron beneficios tributarios y los que no.

Los hallazgos muestran que los establecimientos que recibieron los incentivos tributarios, en promedio, hicieron una mayor inversión ambiental al ser comparados con los que no recibieron los beneficios. Adicionalmente, utilizando la metodología expuesta anteriormente, se analizaron los efectos de la inversión ambiental sobre la generación de residuos de los establecimientos. Los resultados revelaron que los establecimientos que realizaron inversión ambiental generan una mayor cantidad de residuos tanto sólidos como líquidos en comparación con aquellos establecimientos que no hicieron esta clase de inversión.

La implementación de beneficios tributarios ha demostrado ser una estrategia eficaz para promover la inversión ambiental en el sector industrial. Por ello, su adopción por parte de los responsables de la formulación de políticas es un mecanismo clave para fomentar el desarrollo del capital ambiental. No obstante, es esencial establecer un sistema de monitoreo y evaluación rigurosos que permita analizar periódicamente el cumplimiento de los objetivos ambientales y la efectividad de la inversión en tecnologías sostenibles. Asimismo, dicho sistema debe considerar la sostenibilidad financiera a largo plazo, para garantizar una adecuada integración entre los objetivos ambientales y económicos nacionales.

Este documento ha sido estructurado de la siguiente forma: primero se presenta una revisión de literatura sobre la economía ambiental, la efectividad de los incentivos tributarios y los determinantes de la inversión ambiental en Colombia; después se detalla la metodología utilizada; posteriormente se presentan los resultados obtenidos y, por último, la discusión y conclusión.

REVISIÓN DE LITERATURA

Economía ambiental

La economía ambiental es una rama de la economía que se enfoca en el estudio de la interacción entre la actividad económica y el medio ambiente, con el objetivo de comprender cómo

se pueden alcanzar objetivos de bienestar humano sostenible a largo plazo. Como señalan Hanley *et al.* (2019), la economía ambiental se preocupa por analizar la asignación eficiente de recursos en situaciones donde los procesos y las políticas ambientales desempeñan un papel central. Entre los principales problemas que aborda la economía ambiental se encuentran fallas de mercado como las externalidades y la provisión de bienes públicos

Las externalidades ambientales son efectos no internalizados de las actividades humanas sobre el medio ambiente que afectan a terceros, ya sea de manera positiva o negativa, y que no son tenidos en cuenta en los procesos de toma de decisiones ni reflejados en los precios de mercado (Sinforoso Martínez *et al.*, 2019). La economía ambiental ha propuesto una variedad de soluciones para abordar los desafíos ambientales. Estas soluciones están diseñadas para internalizar los costos ambientales y proporcionar incentivos económicos que fomenten comportamientos más sostenibles por parte de empresas e individuos.

Pigou (1951) presenta una de las herramientas más destacadas, los llamados impuestos pigouvianos. Estos impuestos buscan corregir las externalidades negativas al gravar las actividades que generan impactos ambientales negativos como la contaminación, de manera que reflejen sus costos reales para la sociedad. Al internalizar estos costos

externos a través de impuestos, se puede lograr una asignación más eficiente de recursos y reducir la contaminación.

Por otra parte, los derechos de propiedad y el mercado de derechos de contaminación son herramientas que buscan asignar derechos de propiedad sobre recursos naturales o la capacidad de contaminación. Autores como Coase (1960) han argumentado que, en ausencia de costos de transacción significativos, los derechos de propiedad claramente definidos pueden llevar a soluciones eficientes a problemas de externalidades, al permitir que las partes negocien y lleguen a acuerdos mutuamente beneficiosos.

Otro enfoque clave son los sistemas de cuotas de emisión, también conocidos como *cap-and-trade*, que establecen un límite máximo de emisiones permitidas y luego distribuyen permisos negociables entre las empresas. Autores como Dong *et al.* (2016), Stavins (1995) y Xu *et al.* (2024) han destacado la eficacia de este enfoque para reducir las emisiones de manera rentable, ya que las empresas que puedan reducir sus emisiones a menor costo, pueden vender sus excedentes de permisos a aquellas que enfrentan mayores costos de reducción.

Los subsidios, por otro lado, pueden utilizarse para fomentar la adopción de tecnologías limpias y prácticas sostenibles, como sugiere Sterner (2007). Estos subsidios pueden incluir

incentivos fiscales, créditos fiscales u otros mecanismos financieros que reduzcan los costos de inversión en tecnologías ambientalmente amigables y promuevan la transición hacia una economía más verde.

Otro tipo de fallas de mercado es la de bienes públicos. Los bienes públicos propician la aparición del problema del *free-rider*, el cual se produce cuando uno o más individuos consumen un bien o servicio público, sin pagar por él, lo que ocasiona ineficiencia. El costo de esta situación recae en los demás miembros de la sociedad, lo que afecta su bienestar al comportarse el *free-rider* como una forma de externalidad negativa (Rebolledo et al., 2019).

Efectividad de incentivos tributarios ambientales

Desde el área de economía ambiental, este tipo de instrumentos económicos se consideran como subsidios y se aplican para estimular el cuidado de los recursos ambientales de libre uso, recompensando a las empresas que voluntariamente deciden adquirir equipos que reduzcan sus niveles de emisión (Oyarzun, 2007). Este planteamiento es alternativo a la idea de que quien contamina paga, pues bonifica o retribuye a aquellos que mejoren su gestión ambiental de manera voluntaria. Pese a que parecen no generar una erogación directa, los incentivos tributarios representan un costo de oportunidad para el Estado, ya que, al reducir ingresos

mediante el beneficio tributario otorgado a los contribuyentes, se limitan los ingresos que pueden destinarse a la ejecución de otras intervenciones al medio ambiente (Agostini & Jorratt, 2017).

El análisis y la evaluación de instrumentos tributarios se basan en criterios como la efectividad, eficiencia y eficiencia relativa. Según Roca (2010), para evaluar un instrumento se debe definir el objeto de cambio de políticas y sus incentivos tributarios. La efectividad mide la respuesta del incentivo, la eficiencia evalúa si los cambios compensan los gastos tributarios, y la eficiencia relativa determina la idoneidad del instrumento. Autores como Coen (1968), Miranda (2016) y Ramos (2022) explican que la alteración de los tributos estimula la compra de capital debido a que reduce o difiere en el tiempo la carga tributaria que debe pagarse por la adquisición de activos, o incrementa los flujos de caja de las empresas por la reducción de los pasivos tributarios.

La efectividad de los beneficios tributarios ha sido analizada en diversos estudios. Por ejemplo, Shafi *et al.* (2023) investigan los beneficios de los incentivos fiscales verdes en Suecia como el crédito fiscal a la inversión y las deducciones del ingreso imponible. A través de un diseño longitudinal y regresiones logísticas, identifican las características claves de las empresas beneficiarias de incentivos fiscales vinculados a la sostenibilidad. Sus resultados muestran

que la eficiencia de las innovaciones verdes ha mejorado en 30 provincias, aunque existen disparidades significativas entre estas.

Por su parte, Wolde-Rufael y Mulat-Weldemeskel (2022) analizan la efectividad de los impuestos ambientales y la energía renovable en la mitigación de emisiones de CO₂ en 18 países de América Latina y el Caribe entre 1994 y 2018. Utilizando el método de momentos de la regresión cuantílica y otros estimadores, encontraron que ambos factores reducen las emisiones, especialmente en países con mayores niveles de CO₂. Además, los impuestos ambientales no solo disminuyen las emisiones, sino que también promueven la inversión en energía renovable. Los resultados sugieren que estas políticas son efectivas para mejorar la sostenibilidad ambiental en la región.

Zheng *et al.* (2023), utilizando datos de empresas manufactureras chinas de 2013 a 2021 y empleando un modelo de diferencias en diferencias, encuentran que tanto los impuestos medioambientales como los incentivos a la investigación y desarrollo (I+D) promueven la innovación verde, con un efecto de refuerzo mutuo cuando se utilizan conjuntamente. Análogamente, Peng *et al.* (2023) analizan el impacto de la reforma fiscal ambiental implementada en China en 2018 sobre el desempeño ambiental de empresas altamente contaminantes. Utilizando un enfoque de diferencias en diferencias,

muestran que la reforma mejora significativamente el desempeño ambiental, especialmente en empresas no estatales y en regiones occidentales.

De forma similar, Alola *et al.* (2023) investigan los beneficios del impuesto medioambiental en las principales economías agrarias de Europa (Francia, Alemania, Italia y España) utilizando el método de regresión cuantil por momentos. Los resultados confirman la contribución de los impuestos medioambientales a la sostenibilidad y al valor añadido agrícola, lo cual apoya el objetivo de neutralidad de carbono para 2050. Por su parte, Kvach *et al.* (2020) estudian la financiación ambiental en Ucrania y analizan teóricamente los elementos del proceso de inversión ambiental para el desarrollo sostenible. A través de un análisis comparativo, justifican la necesidad de utilizar la tributación ambiental como estímulo para la inversión ambiental.

Adicionalmente, Xu *et al.* (2024) investigan la relación entre la tasa impositiva corporativa (CTR) y el desempeño ambiental en 48 economías asiáticas, considerando datos financieros de 2001 a 2019. Utilizando regresión cuantílica en panel, se encuentra que la CTR tiene un impacto positivo en las emisiones de CO₂, en cuanto deteriora la calidad ambiental, y un efecto negativo en la innovación ambiental, porque limita la innovación verde. Estos resultados exploran la necesidad de reevaluar las políticas fiscales actuales e introducir

incentivos fiscales para mejorar la sostenibilidad ambiental de las empresas.

Li *et al.* (2024) investigan el impacto de los impuestos de protección ambiental en el avance de la tecnología verde utilizando datos de empresas que cotizan en la bolsa-A de Shanghái y Shenzhen durante 2014-2021. Mediante un modelo de doble diferencia examinan la relación causal tras la entrada en vigor de la Ley de Impuestos de Protección Ambiental en 2018. Sus resultados sugieren que los impuestos ambientales benefician significativamente la innovación tecnológica verde, puesto que estimulan las inversiones en investigación y desarrollo, mejoran el capital humano y alivian las restricciones de financiación.

En el contexto colombiano, Villada Duque *et al.* (2017) examinan los efectos de una nueva regulación para promover tecnologías renovables y desarrollan una metodología que incorpora incentivos fiscales en el cálculo de los costos nivelados de energía eléctrica (LCOE). Analizan dos incentivos: la deducción de impuestos por inversión y la depreciación acelerada de activos, y encuentran una reducción de hasta el 20 % en los LCOE. Asimismo, Castillo-Ramírez *et al.* (2017) evalúan los incentivos fiscales de la Ley 1715 de 2014 y evidencian reducciones del 16 % al 33 % en el LCOE y del 1 % al 50 % en el impuesto, lo cual resalta las oportunidades para el desarrollo de energías renovables y empleo en Colombia.

Por su parte, Gómez (2023) mostró como la planificación tributaria y los incentivos fiscales promueven la sostenibilidad en las empresas ganaderas de Florencia, Caquetá. Para ello, empleó un enfoque mixto, combinando diagnósticos sobre conocimientos tributarios y beneficios estatales para el desarrollo sostenible. Además, consultó a 20 empresarios ganaderos y al Comité de Ganaderos del Caquetá. Sus resultados mostraron que existen incentivos tributarios que podrían mejorar la sostenibilidad de las empresas ganaderas, pero que la falta de asesoramiento profesional, el desconocimiento y el temor no les ha permitido adoptar estos estímulos tributarios.

Peláez *et al.* (2024) analizan el efecto de la tasa total de impuestos y contribuciones en la proporción de gastos en innovación con respecto a las ventas en empresas colombianas. Utilizando datos de 2003 a 2018 y métodos de efectos fijos e instrumentales, encuentran que un aumento de un punto porcentual en la tributación directa reduce en 0.10 % la probabilidad de inversión en innovación. Por su parte, Albis *et al.* (2024) también estudian la efectividad de las subvenciones públicas para la innovación en Colombia y muestran que las empresas beneficiadas aumentaron su productividad y esfuerzo en investigación y desarrollo, lo que refuerza la competitividad y el sistema de innovación.

Determinantes de la inversión ambiental

La inversión empresarial en protección ambiental responde a presiones externas legítimas, lo que tiende a aumentar la conciencia ambiental corporativa; sin embargo, las acciones de la organización dependen de las oportunidades y amenazas ambientales (Jiang et al., 2021). En esa línea, Ozorhon *et al.* (2018) identifican tres tipos de criterios para la inversión en energía renovable: económicos, técnicos, ambientales y sociales, dentro de los cuales los económicos son los que demuestran mayor influencia, seguidos de los criterios ambientales y sociales. Esto concuerda con la idea de Van Berkel (2007) sobre la importancia del entorno interno en las decisiones ambientales, en la que se destacan la producción limpia y la eficiencia ecológica.

Los aspectos económicos, como el tamaño de los activos y la rentabilidad, son importantes para la inversión empresarial (Carrasco et al., 2005), junto con variables externas como las ventas internacionales y el acceso a recursos financieros externos (Foster-McGregor, 2013). La actitud de los administradores también influye en las estrategias ambientales y la planeación estratégica (Ellenbeck et al., 2015).

Por su parte, Kong *et al.* (2020) clasifican las estrategias empresariales como prospectivas o defensoras, y

encuentran que las prospectivas muestran una mayor consideración por la protección ambiental. Los aspectos sociales y ambientales, como la aceptabilidad social, también influyen en las estrategias empresariales, además la percepción de los consumidores sobre los productos verdes incide en las estrategias amigables con el medio ambiente (Fraj-Andrés et al., 2009).

En ese sentido, la percepción de riesgo ambiental desempeña un rol importante en las decisiones de inversión empresarial. Cuando las empresas perciben que los riesgos asociados al daño ambiental son altos, tienden a invertir más en medidas preventivas para evitar sanciones o pérdidas reputacionales. Li *et al.* (2024) encuentran que una mayor percepción de riesgos climáticos incrementa la inclinación hacia la inversión extranjera directa verde, lo que mejora el desempeño ambiental de las empresas contaminantes y fomenta innovaciones verdes.

Adicionalmente, las empresas con un alto compromiso con la responsabilidad social corporativa tienden a realizar mayores inversiones en iniciativas ambientales, no solo como una forma de cumplir con las expectativas regulatorias, sino también como una estrategia para mejorar su imagen corporativa y obtener ventajas competitivas (Han et al., 2020; Xue et al., 2022). Otro factor importante es la regulación ambiental, ya que influye significativamente en la inversión ambiental de las empresas

al establecer normas y estándares que fomentan prácticas sostenibles. Trabajos como los de Pan y He (2022) y Huang y Lei (2021) destacan que un marco regulatorio efectivo es un instrumento importante para fomentar la inversión ambiental.

En ese contexto, las regulaciones políticas que varían según aspectos como la ubicación geográfica y el sector económico afectan las decisiones de inversión ambiental (Liao & Tsai, 2019). Las empresas enfrentan diferentes restricciones políticas en función de su sensibilidad ambiental y actividad económica (Kong et al., 2020). Por ejemplo, Hammar y Löfgren (2006) encuentran que la industria energética tiende a invertir más en reducción de emisiones que otras industrias, y evidencian patrones de inversión diferenciados según el tipo de tecnología ambiental adoptada.

Beneficios tributarios en la política ambiental colombiana

A finales del siglo XX se registró en Colombia un incremento significativo en el acervo de políticas y directrices ambientales. Dentro de este contexto, los incentivos fiscales han sido frecuentemente empleados para abordar los objetivos de preservación ambiental de diversas políticas, tales como la promoción de la producción limpia, la gestión integral del agua y de residuos. Además, estos incentivos han contribuido a cumplir compromisos

internacionales, como el Protocolo de Montreal, y han fortalecido los sistemas de información ambiental (véase Tabla 1). En esencia, estas políticas tienen como objetivo primordial la generación de beneficios ambientales tangibles, es decir, resultados cuantificables que pueden ser alcanzados a través de la implementación de un sistema ambiental bajo la responsabilidad de una entidad específica.

Tabla 1. Objetivos de las políticas de preservación ambiental en Colombia a finales del siglo XX

Política	Área de acción
Producción más limpia (1997)	Eficiencia energética Emisiones atmosféricas Prevención y control de derrames de hidrocarburos Uso eficiente y ahorro del agua
Protocolo de Montreal (1997)	Proyectos para el cumplimiento del protocolo
Manejo Integral del Agua (1996)	Ordenamiento, conservación y recuperación de ecosistemas hídricos en ecorregiones estratégicas Inversiones en recuperación de cuencas que abastecen los sistemas de acueducto Tratamiento de aguas residuales
Gestión Integral de Residuos (1997)	Minimización y separación de residuos en la fuente Valorización de los residuos aprovechables Disposición final en rellenos sanitarios Gestión integral de residuos peligrosos
Sistema de información ambiental	Sistema de información ambiental

Fuente: elaboración de los autores.

Desde las entidades de gestión ambiental se ha optado por utilizar instrumentos como la inversión ambiental para promover la competitividad industrial dentro del marco del desarrollo

sostenible, asegurar la conservación de zonas ecológicas y aumentar la asignación de recursos en sistemas ambientales con diferentes objetivos, como monitoreo, mejoramiento e información y control ambiental (Ruiz Benavides et al., 2005). Este enfoque considera la inversión ambiental como aquella dirigida hacia un sistema de gestión ambiental, para su control o mejoramiento, de forma que los contribuyentes puedan obtener beneficios como descuentos en el impuesto a las ventas o exenciones sobre el impuesto a la renta (Decreto 3172, 2003).

Así, los fines buscados por las políticas ambientales con los incentivos tributarios son: 1) fomentar la innovación tecnológica de distintos sectores, así como sus prácticas empresariales, para reducir y ser más eficiente en el consumo de recursos naturales durante el proceso productivo (control en la fuente) y al final de este (control al final del proceso); 2) el uso adecuado de recursos hídricos para garantizar su disponibilidad en periodos futuros; y 3) controlar la inadecuada disposición de residuos sobre el medio ambiente para prevenir y controlar los impactos que desencadena.

Tabla 2. Programas públicos que cuentan con incentivos tributarios por acciones de prevención, inversión y protección ambiental

Tipo de beneficio	Programa público específico	Normativa
Deducción de renta	Conservación de la flora colombiana	Ley 299 de 1996
	Control y mejoramiento del medio ambiente	Ley 788 de 2002
	Energías no convencionales	Ley 1715 de 2014
	Protección de la capa de ozono	Ley 488 de 1998
	Sistema Nacional de Áreas Protegidas	Ley 1536 de 2012
Exclusiones IVA	Control y monitoreo del medio ambiente	Ley 1607 de 2012 ^a
	Energías no convencionales	Ley 1715 de 2014
	Mecanismo de Desarrollo Limpio	Ley 788 de 2002
	Programas aprobados por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	Ley 223 de 1995
Exenciones de IVA	Reducción de emisiones de CO2	Ley 1607 de 2012 ^b
Renta exenta	Energías no convencionales	Ley 788 de 2002
	Política Nacional para el Desarrollo del Ecoturismo y Política de Participación Social en la Conservación de la Biodiversidad	Ley 788 de 2002
	Reforestación	Ley 788 de 2002 y Ley 139 de 1994

a. Exclusiones para los equipos y elementos nacionales o importados que se destinen a la construcción, instalación, montaje y operación de sistemas de control y monitoreo, necesarios para el cumplimiento de las disposiciones, regulaciones y estándares ambientales vigentes, para lo cual deberá acreditarse tal condición ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. b. Extensión para alcohol carburante con destino a la mezcla con gasolina para los vehículos automotores; y el biocombustible de origen vegetal o animal para uso en motores diésel de producción nacional con destino a la mezcla con ACPM.

Fuente: elaboración de los autores con base en información dispuesta por la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales.

METODOLOGÍA

Datos

Este estudio toma como insumo los datos de la Encuesta Ambiental Industrial (EAI) de los años 2014-2019 (exceptuando el año 2017 en el cual el DANE no realizó la EAI por motivos presupuestales), efectuada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE, 2019). La encuesta provee información de la inversión asociada a la protección del medio ambiente realizada por establecimientos industriales en Colombia y permite identificar aquellos que recibieron beneficios tributarios por este motivo. Esta inversión es la variable objetivo del estudio, al encontrarse asociada a los lineamientos de políticas que derivan en beneficios tributarios, cuyo mecanismo consiste en reducir el costo del capital para fomentar su realización.

La unidad de observación fueron los establecimientos industriales que hicieron inversión ambiental, encuestados y definidos por el DANE. Estos establecimientos son una empresa o parte de una empresa que de manera independiente desarrolla actividades y lleva registros sobre materiales, mano de obra y demás recursos físicos que se utilizan en el proceso de producción de bienes manufacturados y en actividades auxiliares o complementarias, todo desarrollado desde un lugar físico o zona geográfica (DANE, 2019).

La inversión ambiental comprende partidas utilizadas para incrementar los activos que permiten la protección del medio ambiente mediante su uso por más de un año. Ello incluye inversiones de tipo preventivo, tratamiento, medición, control y análisis. Las inversiones preventivas tienen como objetivo eliminar o reducir la generación de contaminantes por medio de tecnologías y productos más limpios; las de tratamiento incluyen instalación, mantenimiento y funcionamiento de equipos instalados al final del proceso para eliminar y reducir los contaminantes, y las de medición, control y análisis están orientadas a controlar la concentración de sustancias contaminantes.

Con el objetivo de conocer la efectividad de los beneficios tributarios, se generó una variable dicotómica que permitiera identificar si el establecimiento recibió beneficios tributarios durante el año. Estos beneficios se definen como el valor en pesos de las deducciones por incentivos tributarios de carácter ambiental y son de tres tipos: 1) incentivos aplicables a la producción limpia y a la disminución de residuos de todo tipo, 2) incentivos aplicables a la reforestación y conservación, 3) incentivos para la investigación y el establecimiento de entidades en pro del ambiente. Los detalles sobre los beneficios fiscales no están disponibles públicamente a través del DANE debido a que incluyen información confidencial de los establecimientos. Por lo tanto, para obtener estos datos se requirió trabajar en la

Sala de Procesamiento Especializado (SPEE) del DANE.

Debe tenerse en cuenta que los beneficios tributarios se otorgan en virtud del cumplimiento de un comportamiento esperado, por lo cual no existen restricciones asociadas a las características de los establecimientos para recibirlos. Por consiguiente, para comprender las particularidades de dichos establecimientos se utilizan los datos de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del período 2014-2019. Estos datos abarcan una variedad de aspectos, como la producción industrial, los activos fijos, el personal total, las ventas totales, los costos, el sector al que pertenecen, entre otros. Estos datos complementan la información sobre la inversión ambiental, la generación de residuos y la adjudicación de deducciones fiscales.

Estrategia empírica

Para analizar el impacto que tienen los beneficios tributarios sobre la inversión ambiental se empleó inicialmente el Propensity Score Matching (PSM) y posteriormente la descomposición Blinder-Oaxaca (DBO). El PSM es un método estadístico que se utiliza para estimar el efecto causal de un tratamiento o intervención, lo que en este caso permitió evaluar la manera como los beneficios tributarios afectan la inversión ambiental de las empresas. Por otro lado, la DBO es una técnica econométrica que se utiliza para examinar las diferencias en resultados entre

dos grupos. En este contexto, facilitó el análisis comparativo de la inversión ambiental entre establecimientos que recibieron beneficios tributarios y aquellos que no los obtuvieron.

Asimismo, se analizaron los efectos de la inversión ambiental en la generación de residuos empresariales, para evaluar si la adopción de tecnología ecológica realmente incide en la contaminación industrial.

Propensity Score Matching (PSM)

La metodología del Propensity Score Matching (PSM) consiste en identificar un grupo de control (empresas que no recibieron beneficios) que sea comparable a un grupo de tratamiento (empresas que recibieron beneficios) en función de características observables antes de la intervención. Para ello, se calcula la puntuación de propensión, que es la probabilidad de que un individuo reciba el tratamiento, dado un conjunto de variables. Posteriormente, se emparejan individuos con puntuaciones similares, lo que contribuye a mitigar el sesgo de selección y facilita una evaluación más precisa del impacto del programa al generar comparaciones más significativas y confiables entre los grupos tratados y no tratados (Caliendo & Kopeinig, 2008).

En este estudio se aplicó el PSM para evaluar el impacto del incentivo tributario en empresas beneficiadas

(tratadas), contrastándolas con las no beneficiadas (controles). El efecto causal del beneficio tributario δ_i sobre un establecimiento i , con relación a la inversión ambiental (Y), sobre la cual se espera que el descuento tributario tenga un impacto significativo es:

$$\delta_i = Y_{1i} - Y_{0i} \quad [1]$$

Donde:

Y_{1i} : Valor de la inversión ambiental si el establecimiento i recibe el beneficio tributario.

Y_{0i} : Valor de la inversión ambiental si el establecimiento i no recibe el beneficio tributario.

El reto central de la evaluación del impacto radica en la incapacidad de observar simultáneamente los resultados de un individuo con y sin tratamiento. Este obstáculo, conocido como el problema fundamental de los estudios de causalidad, se enfrenta mediante la comparación de dos grupos: aquellos que reciben el tratamiento y los que no (Carreño et al., 2011).

Dado que solo se puede observar un resultado potencial para cada individuo, llamado resultado contrafactual, resulta imposible estimar el efecto del tratamiento individual. Por tanto, se utiliza el enfoque en los efectos promedio del tratamiento a nivel poblacional. Si el

programa no se asigna aleatoriamente, el enfoque convencional es el efecto promedio del tratamiento sobre los tratados (ATT) (Carreño et al., 2011; Manrique & Varón, 2019). La ecuación 2 define como el efecto promedio del tratamiento en los establecimientos que participan en el programa evaluado:

$$\delta_{ATT} = E(D = 1) = E[Y(1)|D = 1] - E[Y(0)|D = 1] \quad [2]$$

Donde D es la variable indicadora de tratamiento:

$D=1$ Si el establecimiento recibe beneficio tributario.

$D=0$ Si el establecimiento no recibe beneficio tributario.

Debido a la falta de observación de la media contrafactual para los tratados ($E[Y(0)|D = 1]$), se necesita un sustituto para estimar ATT. Utilizar la media de los no tratados ($E[Y(0)|D = 0]$) puede introducir sesgos debido a las diferencias preexistentes entre los grupos, lo que afecta la validez de los resultados en estudios no experimentales. Por lo tanto, los resultados de los individuos del grupo de tratamiento y del grupo de comparación diferirían incluso en ausencia de tratamiento, lo que lleva a un “sesgo de selección”. Modificando la ecuación 2 restando en ambos lados la media de los no tratados se obtiene la ecuación 3:

$$E[Y(1)|D = 1] - E[Y(0)|D = 0] = \delta_{ATT} + E[Y(0)|D = 1] - E[Y(0)|D = 0] \quad [3]$$

En la parte derecha de la ecuación (3) se tiene el sesgo de selección que debe ser cero, para así poder encontrar el verdadero parámetro δ_{ATT} , tal como se muestra a continuación:

$$E[Y(0)|D = 1] - E[Y(0)|D = 0] = 0 \quad [4]$$

La ecuación (4) muestra el sesgo de selección. En los supuestos de independencia condicional y superposición entre grupos, se corrige el sesgo de selección mediante el uso de un vector de variables X. Estas variables, no afectadas por el tratamiento, permiten evaluar el valor medio de Y condicional a X, y reducir la influencia de las características individuales en la participación y los resultados del programa. Además, el soporte común entre ambos grupos asegura que las personas con los mismos valores de X tienen una probabilidad positiva de ser tanto tratados como no tratados (Caliendo & Kopeinig, 2008; Carreño et al., 2011; Morales-González et al., 2019).

El vector X de variables utilizadas en la estimación de la probabilidad de los establecimientos de recibir beneficios tributarios está formado por el logaritmo de los activos, de la producción industrial, de los costos y de los intereses pagados; además, se añadieron variables dicotómicas que miden el

tamaño del establecimiento, el sector económico al que pertenece, si ha realizado donaciones de tipo ambiental, si ha comprado licencias ambientales, y si ha tenido alguna multa o penalidad por violaciones de acuerdos en materia ambiental.

Dada la validez de la independencia condicional y asumiendo además que existe superposición entre ambos grupos, también llamado “ignorabilidad fuerte” (Caliendo & Kopeinig, 2008), el estimador PSM para ATT puede escribirse en general así:

$$\delta_{ATT}^{PSM} = E_{P(X)|D=1}\{E[Y(1)|D = 1, P(X)] - E[Y(0)|D = 0, P(X)]\} \quad [5]$$

Donde δ_{ATT}^{PSM} será la estimación de interés, pues recogerá el impacto de los beneficios tributarios sobre la inversión ambiental. P(X) es el puntaje de propensión, es decir, la probabilidad de que un individuo participe en un tratamiento dadas sus covariables observadas X. El puntaje de propensión facilita este proceso al condensar la información relevante en un solo valor, ya que dada la diversidad de características (tamaño de la empresa, activos, costos, producción industrial, etc.), el emparejamiento no es trivial y este debe asignar contrapartes en el grupo de control similares en términos de X.

Para garantizar la validez de este supuesto, se utilizan métodos de emparejamiento (matching) para crear un

grupo de control comparable al grupo de tratados. El método utilizado en este estudio será el del vecino más cercano, debido a que empareja cada unidad tratada con una unidad no tratada similar en términos de características observadas. Esto reduce el sesgo de selección y permite una estimación precisa del efecto del tratamiento.

Del mismo modo, se llevará a cabo este procedimiento para examinar si los establecimientos que realizaron inversiones ambientales lograron reducir su producción de residuos. En este caso, el nuevo grupo de tratados estará conformado por los establecimientos que efectuaron inversiones ambientales, y la variable de interés será la cantidad de residuos generados.

Descomposición Blinder-Oaxaca

La descomposición Blinder-Oaxaca (DBO) es una técnica utilizada para analizar las diferencias en los resultados entre dos grupos, descomponiendo la diferencia observada en dos componentes. El primer componente atribuye las diferencias a las características observables de los individuos, mientras que el segundo se refiere a las diferencias en el retorno de estas características. Popularizada por Blinder (1973) y Oaxaca (1973), esta metodología se aplica comúnmente en estudios sobre diferencias salariales de género, aunque también ha sido utilizada

para examinar disparidades en salud, educación y otros ámbitos (Hompashe, 2024; Ospino et al., 2010; Rahimi & Hashemi Nazari, 2021).

En este documento se utilizó la DBO para estimar las diferencias entre los establecimientos empresariales que recibieron, durante los años 2014-2019, por lo menos un incentivo tributario y los que no. Para ello, se convirtió la base de datos de un panel a un corte transversal, donde las variables ahora expresan el promedio del periodo. Se parte de un modelo de regresión lineal para cada grupo (el grupo n son aquellos establecimientos que durante el periodo de estudio no recibieron beneficios tributarios, y el grupo b son aquellos que sí recibieron el incentivo tributario):

$$\ln(I_i) = \beta_i X_i + \mu_i \quad [6]$$

Donde $\ln(I_i)$ es el logaritmo de la inversión ambiental promedio realizada en el periodo por el grupo i , X_i son las variables explicativas (el promedio de la producción, los activos, las ventas, costos, los intereses pagados, etc), β_i es el coeficiente de la regresión y μ_i es el término de error. Posterior a la estimación de las regresiones, se efectuó la descomposición para estimar la brecha de la inversión ambiental:

$$\begin{aligned} E[\ln(I_n)] - E[\ln(I_b)] \\ = E[X_n \beta_n] - E[X_b \beta_b] \end{aligned} \quad [6]$$

Reorganizando los términos, tenemos:

$$\ln(I_n) - \ln(I_b) = \beta_b(\underline{X}_n - \underline{X}_b) + \underline{X}_b(\beta_n - \beta_b) + (\beta_n - \beta_b)(\underline{X}_n - \underline{X}_b) \quad [7]$$

Donde $\beta_b(\underline{X}_n - \underline{X}_b)$ corresponde a las dotaciones, las cuales hacen referencia a la parte explicada de la brecha de la inversión ambiental. Por su parte, el término $\underline{X}_b(\beta_n - \beta_b)$ se refiere a los retornos, los cuales indican la contribución de las características no observables o sesgos en la determinación de la inversión ambiental. El término $(\beta_n - \beta_b)(\underline{X}_n - \underline{X}_b)$ es conocido como interacción, el cual representa la interacción entre los factores observables y no observables.

Por último, también se llevó a cabo la descomposición Blinder-Oaxaca para examinar las variaciones en los efectos entre los establecimientos industriales que realizaron inversiones ambientales y aquellos que no lo hicieron en el periodo analizado, específicamente en

relación con la generación de residuos industriales.

RESULTADOS

Estadísticas descriptivas

La Tabla 3 presenta un análisis de la composición de la muestra. En ella se exhibe el número de establecimientos que recibieron beneficios tributarios (grupo de tratados) y los establecimientos que no recibieron estos beneficios (grupo de control). Se puede observar que aproximadamente el 3 % de los establecimientos recibieron incentivos fiscales en el periodo estudiado. En particular, del total de establecimientos que sí tuvieron la deducción de impuestos, solo el 5 % no realizó inversión ambiental. En ese sentido, aproximadamente el 70 % de los establecimientos hicieron inversión ambiental; sin embargo, el 31 % de los establecimientos que no recibieron el descuento tributario no hicieron inversión ambiental.

Tabla 3. Distribución de establecimientos con beneficios tributarios e inversión ambiental

Año	Controles		Tratados		Total
	No beneficio/ No inversión	No beneficio/ Sí inversión	Sí beneficio/ No inversión	Sí beneficio/ Sí inversión	
2014	18,524	38,975	128	2,039	59,666
2015	18,881	39,471	51	1,460	59,863
2016	16,413	34,907	46	1,045	52,411
2018	14,737	34,946	73	1,208	50,964
2019	14,603	35,159	79	1,209	51,050
Total	83,158	183,458	377	6,961	273,954

Fuente: elaboración propia con base en la EAI y EAM. Para el año 2017 no existe información de la EAI.

En la Tabla 4 se presentan las estadísticas básicas de las variables utilizadas para la estimación del modelo. Todas las variables están transformadas en logaritmo natural. Originalmente, el beneficio tributario, la inversión ambiental, la producción, los costos totales, los activos fijos y los intereses se encontraban en millones de pesos corrientes y fueron ajustados a precios de 2018. En el mismo sentido, el personal total representaba el número total de empleados en el establecimiento, mientras que los residuos producidos se mostraban en kilogramos. Se observa que la media del beneficio tributario es de 10,9 unidades logarítmicas con una

desviación estándar de 2,02 unidades; y para la inversión ambiental, la media y la desviación estándar son 10,52 y 2,16 unidades logarítmicas, respectivamente.

En la Tabla 5 se observa que aproximadamente el 0.63 % de los establecimientos han sido penalizados por violaciones en materia ambiental, el 3 % han realizado donaciones para actividades ambientales y el 59 % han adquirido licencias ambientales. Por su parte, aproximadamente el 17 % de los establecimientos de la muestra tienen menos de 50 trabajadores.

Tabla 4. Estadísticas descriptivas 2014-2019

VARIABLES	Media	Desviación	Mínimo	Máximo	Observaciones
Ln(beneficio tributario)	10.99	2.02	4.57	20.41	7,338
Ln(inversión ambiental)	10.52	2.16	0.13	18.72	190,431
Ln(producción)	17.20	1.79	9.47	23.92	273,852
Ln(personal total)	4.95	1.26	0	8.42	273,071
Ln(residuos producidos)	11.08	2.61	1.10	20.77	268,260
Ln(costos totales)	15.34	1.95	7.18	23.98	273,852
Ln(activos fijos)	15.79	2.09	0.13	22.78	273,852
Ln(intereses)	12.09	2.28	0.19	20.61	268,260

Fuente: elaboración propia con base en la EAI y EAM.

Tabla 5. Características de los establecimientos 2014-2019

VARIABLES	No	Sí	Total
Penalizados	272,250	1,716	273,966
Donadores	266,090	7,876	273,966
Licencia ambiental	112,248	161,718	273,966
Menos de 50 personas	233,867	49,086	282,953

Fuente: elaboración propia con base en la EAI y EAM.

En la Figura 1 se muestra la gráfica de cajas y bigotes donde se relacionan los beneficios tributarios y el logaritmo de la inversión ambiental. Se observa que los establecimientos que recibieron incentivos tributarios tienen en promedio una inversión ambiental más alta que los establecimientos que no fueron beneficiados.

Por su parte, la Figura 2 muestra la gráfica de dispersión entre el logaritmo de la inversión ambiental y el logaritmo de los beneficios tributarios. La gráfica sugiere una posible relación directa entre ambas variables, es decir, cuanto mayor sean los incentivos tributarios, mayor es la inversión ambiental realizada por los establecimientos.

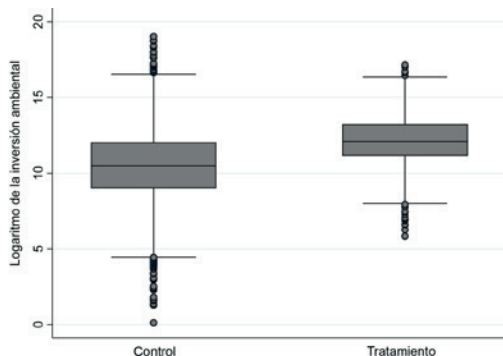


Figura 1. Boxplot inversión ambiental y beneficios tributarios 2014-2019

Fuente: elaboración propia con base en la EAI y EAM

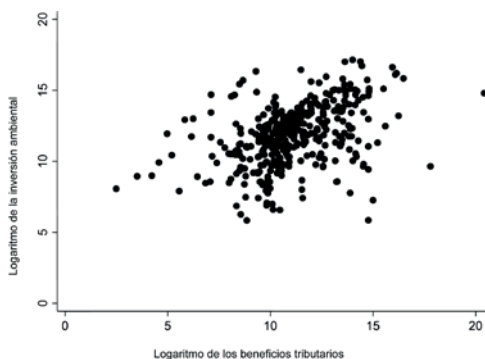


Figura 2. inversión ambiental vs beneficio tributario 2014-2019

Fuente: elaboración propia con base en la EAI y EAM.

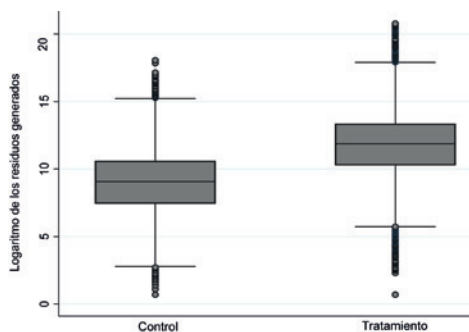


Figura 3. Boxplot generación de residuos e inversión ambiental 2014-2019

Fuente: elaboración propia con base en la EAI y EAM.

La Figura 3 presenta el diagrama de caja y bigotes entre el logaritmo de los residuos generados y la realización de inversión ambiental por parte de los establecimientos. Se observa que los establecimientos que hicieron inversión ambiental generaron en promedio una mayor cantidad de residuos en comparación con los establecimientos que no realizaron esta inversión.

Evaluación de impacto

En la Tabla 6 se presentan las estimaciones del efecto promedio del tratamiento sobre los tratados (ATT) utilizando PSM. En la primera columna se estimó el efecto para todos los años considerados en el periodo 2014-2019. Los resultados muestran que, en promedio, los establecimientos que recibieron beneficios tributarios aumentaron su inversión ambiental en 1.21 unidades logarítmicas en comparación con aquellos que no recibieron estos incentivos fiscales. El coeficiente estimado es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 99 %.

Las estimaciones de las columnas dos a seis se practicaron para cada año indi-

vidualmente. Por ejemplo, la estimación de la columna 2 muestra que para el año 2014 los establecimientos que recibieron beneficios tributarios aumentaron su inversión ambiental en 1.013 unidades logarítmicas en comparación con los no beneficiados. Este coeficiente también resultó ser estadísticamente significativo con un nivel del 5 % de significancia. Aunque para el año 2015 el coeficiente no resultó significativo, las estimaciones posteriores continúan mostrando que los establecimientos que recibieron beneficios tributarios hicieron una mayor inversión ambiental en comparación con aquellos que no los recibieron. Todos los coeficientes continúan siendo estadísticamente significativos en un nivel del 99 % de confianza.

Tabla 6. Impacto de los beneficios tributarios sobre la inversión ambiental

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$\ln(\text{invt amb})$	2014-2019	2014	2015	2016	2018	2019
δ_{ATT}	1.218*** (0.245)	1.013** (0.458)	0.0521 (0.447)	0.995** (0.429)	1.588*** (0.481)	1.270*** (0.315)
Observaciones	99,424	16,258	14,946	15,831	19,151	18,487

Errores estándar robustos entre paréntesis ajustados mediante el método de Bootstrap con 1000 repeticiones. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. La variable dependiente $\ln(\text{invt amb})$ es el logaritmo de la inversión ambiental. Como variable de tratamiento se utilizó una dummy que toma el valor de 1 si el establecimiento había recibido beneficios tributarios y cero en caso contrario. Todas las estimaciones se efectuaron utilizando el algoritmo de PSM utilizando el emparejamiento por vecino más cercano.

Fuente: elaboración propia con base en la EAI y EAM.

Los resultados de la Tabla 6 sugieren que los incentivos tributarios aumentan la inversión ambiental de los establecimientos empresariales. Como lo explica la literatura precedente, la reducción de impuestos estimula directamente la liquidez y reduce los costos operativos, lo cual incentiva inversiones en áreas

claves. Además, mejora la rentabilidad de las inversiones al permitir deducciones fiscales, lo que motiva a asumir nuevos proyectos. También mejora el flujo de efectivo al reducir los pagos anticipados de impuestos. Los incentivos tributarios pueden alentar a las empresas a adoptar prácticas empre-

sariales más sostenibles y socialmente responsables, como la inversión en tecnologías limpias o la implementa-

ción de programas de responsabilidad social corporativa.

Tabla 7. Impacto de la inversión ambiental sobre la generación de residuos sólidos

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ln(residuos)	2014-2019	2014	2015	2016	2018	2019
δ ATT	0.790*** (0.095)	0.677*** (0.225)	0.808*** (0.145)	0.748*** (0.172)	0.828*** (0.136)	0.887*** (0.293)
Observaciones	152,199	30,331	29,624	30,847	30,657	30,740

Errores estándar robustos entre paréntesis ajustados mediante el método de Bootstrap con 1000 repeticiones. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. La variable dependiente Ln(residuos) es el logaritmo de los residuos generados por el establecimiento. Como variable de tratamiento se utilizó una *dummy* que toma el valor de 1 si el establecimiento realizó inversión ambiental y cero en caso contrario. En todas las estimaciones se utilizó el algoritmo de PSM mediante el emparejamiento por vecino más cercano.

Fuente: elaboración propia con base en la EAI y EAM.

Por otra parte, la Tabla 7 presenta el impacto de la inversión ambiental en la generación de residuos sólidos en establecimientos empresariales. La columna 1 muestra que durante el período 2014-2019 los establecimientos que invirtieron en materia ambiental generaron en promedio 0.790 unidades logarítmicas más de residuos sólidos

que aquellos que no lo hicieron. Es decir, los establecimientos que realizaron inversión ambiental generan más residuos en promedio. Las estimaciones anuales individuales (de la columna 2 a la 6) también respaldan esta tendencia y todas son estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 99 %.

Tabla 8. Impacto de la inversión ambiental en la generación de aguas residuales

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ln(agua resi)	2014-2019	2014	2015	2016	2018	2019
δ ATT	1.015*** (0.0516)	0.615*** (0.227)	1.134*** (0.183)	1.193*** (0.0959)	0.762*** (0.0935)	1.158*** (0.0991)
Observaciones	150,805	30,045	29,447	30,528	30,365	30,420

Errores estándar robustos entre paréntesis ajustados mediante el método de Bootstrap con 1000 repeticiones. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. La variable dependiente Ln(agua resi) es el logaritmo de las aguas residuales generadas por el establecimiento. Como variable de tratamiento se utilizó una *dummy* que toma el valor de 1 si el establecimiento realizó inversión ambiental y cero en caso contrario. En todas las estimaciones se utilizó el algoritmo de PSM mediante el emparejamiento por vecino más cercano.

Fuente: elaboración propia con base en la EAI y EAM.

La Tabla 8 presenta la estimación del impacto de la inversión ambiental en la generación de aguas residuales. En la columna 1 se muestra la estimación del efecto promedio del tratamiento (ATT) para el período completo (2014-2019), donde los establecimientos que efectuaron inversión ambiental generaron en promedio 1.01 unidades logarítmicas más de aguas residuales en comparación con aquellos que no hicieron dicha inversión. Las columnas posteriores (de la 2 a la 6) detallan las estimaciones individuales por año, lo que reafirma que los establecimientos que invirtieron en materia ambiental produjeron un mayor volumen de aguas residuales.

Las estimaciones de las tablas 7 y 8 indican que los establecimientos que hicieron inversión ambiental generan más contaminación (medida como la generación de residuos sólidos y aguas residuales) en comparación con aquellos que no realizaron tales inversiones. Este hallazgo podría sugerir dos posibilidades: o bien los establecimientos están incurriendo en costos por contaminación o, como es común con muchas inversiones, los beneficios ambientales pueden tardar en materializarse completamente, lo que implica que aún no se observe una reducción efectiva de la contaminación.

Estimación de la descomposición Blinder-Oaxaca

En la Tabla 9 se muestran los efectos de los beneficios tributarios sobre la

inversión ambiental utilizando la descomposición Blinder-Oaxaca. En la columna 1 están los resultados de esta descomposición, el *grupo n* representa los establecimientos que no recibieron beneficios tributarios, los cuales presentan una inversión promedio de 9.48 unidades logarítmicas; mientras que el *grupo b*, que representa a los establecimientos beneficiados, hicieron en promedio una inversión ambiental de 11.41 unidades logarítmicas. Así, la brecha en la inversión ambiental es de 1.92 unidades logarítmicas, es decir que, en promedio, los establecimientos que recibieron los beneficios tributarios tienen una inversión ambiental mayor comparados con los que no fueron beneficiados.

Se observa también que la inversión ambiental del grupo de establecimientos que no recibieron incentivos tributarios representa aproximadamente el 83 % (9.487/11.41) de la inversión realizada por los establecimientos que sí recibieron los incentivos fiscales. Además, con respecto a la brecha de inversión ambiental, las estimaciones muestran que los retornos (es decir, la parte que pertenece a factores no observables como características de las industrias) representa el 23 %, mientras que las dotaciones representan la mayor proporción de esta. Todas las estimaciones de la descomposición resultaron estadísticamente significativas.

Tabla 9. Efectos de los beneficios tributarios sobre la inversión ambiental

Ln(invnt amb)	(1) Descomposición	(2) Dotaciones	(3) Retornos	(4) Interacción
Tamaño		0.167 (0.114)	-0.0385 (0.0340)	-0.138 (0.116)
Donación		-0.0933* (0.0565)	0.0411 (0.0812)	-0.0306 (0.0606)
Ln(activos)		-0.674** (0.269)	0.526 (2.471)	-0.0580 (0.273)
Ln(producción)		-1.328*** (0.372)	-7.997** (4.018)	0.740** (0.375)
Licencia		-0.142 (0.133)	-0.539 (0.684)	0.105 (0.133)
Ln(intereses)		-0.0574 (0.107)	-1.008 (0.994)	0.112 (0.111)
Ln(costos)		0.205 (0.295)	2.210 (2.851)	-0.238 (0.307)
Penalidad		-0.0383 (0.0294)	-0.00852 (0.0435)	0.00519 (0.0266)
Ln(ventas)		-0.0167 (0.0912)	0.178 (1.382)	-0.0122 (0.0943)
Grupo n	9.487*** (0.0398)			
Grupo b	11.41*** (0.160)			
Brecha	-1.928*** (0.164)			
Dotaciones	-1.978*** (0.237)			
Retornos	-0.436*** (0.124)			
Interacción	0.486** (0.210)			
Observaciones	2,604	2,604	2,604	2,604

Errores estándar robustos entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. La variable dependiente Ln(invnt amb) es el logaritmo de la inversión ambiental. En la columna 1 se presentan los resultados de la descomposición Blinder-Oaxaca, y en las columnas siguientes se exponen las estimaciones de regresiones previas. El vector de variables independientes utilizadas estaba formado por el logaritmo de los activos fijos, producción, costos, intereses, las ventas, además de variables dicotómicas como establecimientos con menor de 50 trabajadores (tamaño), establecimientos que realizaron donaciones ambientales (donación), establecimientos penalizados (penalidad) y, por último, los que adquirieron licencias ambientales (licencias).

Por otro lado, en la Tabla 10 se presentan los efectos de la inversión ambiental en la generación de residuos sólidos utilizando la descomposición Blinder-Oaxaca. En la primera columna se muestra que el grupo que realizó inversión ambiental (grupo i) generó un promedio de residuos de 10.68 unidades logarítmicas, mientras que el grupo

que no hizo inversión ambiental (grupo n) generó en promedio 7.96 unidades logarítmicas. Lo anterior muestra una brecha en la generación de residuos de 2.68 unidades logarítmicas; es decir, que los establecimientos que efectuaron inversión ambiental generaron en promedio mayor cantidad de residuos.

Tabla 10. Efectos de la inversión ambiental sobre la generación de residuos

Ln(residuos)	(1) Descomposición	(2) Dotaciones	(3) Retornos	(4) Interacción
Tamaño		-0.215*** (0.0432)	-0.0346 (0.0567)	-0.0450 (0.0738)
Donación		-0.00752 (0.0116)	0.0890* (0.0506)	-0.0858* (0.0488)
Ln(activos)		-1.083*** (0.0947)	-5.026*** (0.956)	0.694*** (0.134)
Ln(producción)		-0.648*** (0.181)	4.222 (2.866)	-0.488 (0.332)
Licencia		0.00579 (0.0229)	-0.117 (0.103)	0.0433 (0.0382)
Ln(intereses)		-0.0395 (0.0383)	-0.650 (0.611)	0.0871 (0.0820)
Ln(costos)		-0.0446 (0.0948)	0.0744 (1.264)	-0.00911 (0.155)
Penalidad		-0.00851 (0.00542)	0.00480 (0.0132)	-0.00309 (0.00849)
Ln(ventas)		0.0846** (0.0357)	-0.767 (0.713)	0.0762 (0.0709)
Grupo n	7.996*** (0.0599)			
Grupo i	10.68*** (0.0491)			
Brecha	-2.688*** (0.0775)			
Dotaciones	-2.195*** (0.0741)			
Retornos	-1.233*** (0.129)			
Interacción	0.740*** (0.119)			
Observaciones	3,688	3,688	3,688	3,688

Errores estándar robustos entre paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. La variable dependiente Ln (residuos) es el logaritmo de los residuos generados por el establecimiento. En la columna 1 se presentan los resultados de la descomposición Blinder-Oaxaca, y en las columnas siguientes se exponen las estimaciones de regresiones previas. El vector de variables independientes utilizadas estaba formado por el logaritmo de los activos fijos, producción, costos, intereses, las ventas, además de variables dicotómicas como establecimientos con menor de 50 trabajadores (tamaño), establecimientos que realizaron donaciones ambientales (donación), establecimientos penalizados (penalidad) y, por último, los que adquirieron licencias ambientales (licencias).

Tabla 11. Efectos de la inversión ambiental sobre la generación de aguas residuales

Ln(agua resi)	(1) Descomposición	(2) Dotaciones	(3) Retornos	(4) Interacción
Tamaño		-0.139*** (0.0324)	-0.107*** (0.0361)	-0.138*** (0.0470)
Donación		-0.0257** (0.0108)	-0.0203 (0.0368)	0.0193 (0.0351)
Ln(activos)		-0.862*** (0.0754)	-5.421*** (0.681)	0.746*** (0.0962)
Ln(producción)		-0.588*** (0.122)	-1.913 (1.477)	0.222 (0.171)
Licencia		-0.0522*** (0.0181)	-0.160** (0.0678)	0.0587** (0.0251)
Ln(intereses)		-0.0367 (0.0323)	0.510 (0.380)	-0.0683 (0.0510)
Ln(costos)		0.0940 (0.0748)	0.236 (0.819)	-0.0290 (0.100)
Penalidad		-0.0184*** (0.00571)	-0.0228** (0.0113)	0.0146* (0.00771)
Ln(ventas)		0.0995*** (0.0327)	1.031** (0.478)	-0.103** (0.0479)
Grupo n	6.033*** (0.0372)			
Grupo i	7.833*** (0.0407)			
Brecha	-1.799*** (0.0552)			
Dotaciones	-1.784*** (0.0621)			
Retornos	-0.794*** (0.0738)			
Interacción	0.779*** (0.0751)			
Observaciones	3,670	3,670	3,670	3,670

Errores estándar robustos entre paréntesis. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. La variable dependiente. La variable dependiente Ln(agua resi) es el logaritmo de las aguas residuales generadas por el establecimiento. En la columna 1 se presentan los resultados de la descomposición Blinder-Oaxaca, y en las columnas siguientes se muestran las estimaciones de regresiones previas. El vector de variables independientes utilizadas estaba formado por el logaritmo de los activos fijos, producción, costos, intereses, las ventas, además de variables dicotómicas como establecimientos con menor de 50 trabajadores(tamaño), establecimientos que realizaron donaciones ambientales(donación), establecimientos penalizados(penalidad) y por último los que adquirieron licencias ambientales (licencias).

En la Tabla 11 se presentan los efectos de la inversión ambiental sobre la generación de aguas residuales. Los resultados siguen la línea de los obtenidos en la Tabla 10, es decir, los establecimientos que realizaron

inversión ambiental (grupo i) en promedio generan 1,79 unidades logarítmicas más de aguas residuales en comparación con los establecimientos que no hicieron inversión ambiental (grupo n). Todas las estimaciones de

la columna 1, resultados de la descomposición, son estadísticamente significativas.

Los resultados obtenidos mediante la DBO son similares a los obtenidos utilizando el algoritmo de PSM, ya que ambos muestran que existen brechas tanto en la inversión ambiental como en la generación de residuos entre los grupos estudiados, lo que permite complementar el análisis inicial. En ese sentido, tanto la Tabla 6 como la 9 indican que los establecimientos que recibieron incentivos tributarios tuvieron una mayor inversión ambiental en comparación con los establecimientos que no recibieron estos beneficios. De igual forma, las tablas 7 y 8, junto a las tablas 10 y 11, reflejan que los establecimientos que realizaron inversión ambiental son los que generaron mayores residuos tanto sólidos como líquidos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación sugieren que los beneficios tributarios tienen un impacto positivo sobre la inversión ambiental realizada por los establecimientos empresariales. Las estimaciones conseguidas utilizando PSM muestran que los establecimientos que recibieron incentivos tributarios efectuaron mayor inversión ambiental comparados con aquellos que no tuvieron esos beneficios. Estos hallazgos son consistentes con los resultados de Zheng *et al.* (2023), Alola *et al.* (2023), Shafi *et al.* (2023) y Li *et al.* (2024), los cuales

encontraron que los impuestos y subvenciones medioambientales influyen en la innovación tecnológica verde, mitigan los efectos negativos de los impuestos y estimula las inversiones en innovación y desarrollo. Lo anterior refleja que los incentivos tributarios son un instrumento efectivo para fomentar la inversión ambiental y la innovación tecnológica en las empresas.

En ese contexto, se estudiaron los efectos de la inversión ambiental en la generación de residuos de los establecimientos usando PSM y la DBO. Las estimaciones mostraron consistentemente que los establecimientos que hicieron inversión ambiental generan en promedio más residuos tanto sólidos como líquidos al ser comparados con los establecimientos que no realizaron ningún tipo de inversión en materia ambiental. Esta aparente contradicción plantea interrogantes sobre la eficacia de los incentivos tributarios, cuyo objetivo es promover la sostenibilidad ambiental.

Sin embargo, este comportamiento puede explicarse por varios factores, como las características intrínsecas de los establecimientos, el tamaño y el tipo de actividad económica que realizan. Además, es posible que las inversiones ambientales se hayan orientado hacia mejoras que aumenten la capacidad productiva de las empresas, lo que resultaría en una mayor generación de residuos. En este caso, los objetivos económicos podrían haber prevalecido sobre los objetivos ambientales. Otro aspecto importante por considerar

es que las inversiones ambientales generalmente no producen beneficios inmediatos a corto plazo, sino que requieren un periodo de tiempo para materializarse.

La implementación de beneficios tributarios ha demostrado ser una estrategia efectiva para incentivar la inversión ambiental en el sector industrial. Por tanto, la adopción de este tipo de políticas por parte de los tomadores de decisiones continúa siendo un mecanismo relevante que considerar al momento de desarrollar políticas orientadas a incrementar el capital medioambiental. Sin embargo, los resultados indican que es crucial para los tomadores de decisiones monitorear y regular estas inversiones para asegurar que realmente se traduzcan en beneficios para el medio ambiente.

En concordancia con lo expuesto por Pan y He (2022), Huang y Lei (2021) y Xu *et al.* (2024), se destaca la importancia de implementar un marco regulatorio claro y efectivo, que permita la colaboración entre el sector público y privado, que brinde flexibilidad y exija rigurosidad en los resultados en materia ambiental. Finalmente, para futuras investigaciones, resulta fundamental contar con un mayor volumen de información y datos actualizados que permitan llevar a cabo análisis entre distintos sectores económicos, así como medir el impacto a largo plazo de las inversiones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia por los mecanismos dispuestos para la consulta de las bases de datos resultantes de las encuestas ambientales industriales.

FINANCIAMIENTO

Este artículo es resultado del proyecto de investigación “Efectividad de la política ambiental de incentivos tributarios por inversión ambiental en Colombia”, desarrollado por el grupo de investigación de la Universidad de Cartagena, Economía y Gestión del Medio Ambiente; el cual fue favorecido y financiado con recursos de la novena convocatoria de proyectos de investigación realizada por la vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de Cartagena.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Esta investigación es resultado del trabajo conjunto de los autores, quienes participaron en todas las fases de la investigación, incluyendo la conceptualización, diseño de la metodología, análisis formal, redacción y revisión de edición del documento borrador y final.

REFERENCIAS

- [1] Agostini, C. & Jorratt, M. (2017). Política tributaria para mejorar la inversión y el crecimiento en América Latina. En *Consensos y conflictos en la política tributaria de América Latina* (pp. 229-252). Cepal. <https://doi.org/10.18356/5e94e84a-es>
- [2] Albis, N., Marín, R., Sánchez, E., Bayona-Rodríguez, H., & García, J. M. (2024). The Impacts of Public Support for Innovation On Firm Productivity And On Private Investment In R&D In manufacturing and Services in Colombia. *Innovation and Development*, 14(1), 47–66. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/2157930X.2021.1996312>
- [3] Alola, A. A., Muoneke, O. B., Okere, K. I., & Obekpa, H. O. (2023). Analysing the Co-benefit of Environmental Tax amidst Clean Energy Development in Europe's Largest Agrarian Economies. *Journal of Environmental Management*, 326, 116748. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116748>
- [4] Blinder, A. S. (1973). Wage Discrimination: Reduced form and Structural Estimates. *Journal of Human Resources*, 8(4), 436-455. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.2307/144855>
- [5] Caliendo, M., & Kopeinig, S. (2008). Some Practical Guidance for the Implementation of Propensity Score Matching. *Journal of Economic Surveys*, 22(1), 31-72. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-6419.2007.00527.x>
- [6] Carrasco, O., Johnson, C. & Núñez, H. (2005). Determinantes de la inversión a nivel de la empresa: un análisis de panel para Chile. *Revista Estudios de Administración*, 12(1), 87-122. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/127308>
- [7] Carreño, N. S., Hernández Escolar, H. A. & Méndez Sayago, J. A. (2011). Microcrédito y bienestar: una evaluación empírica. *Sociedad y Economía*, 21, 195-220. <https://doi.org/https://doi.org/10.25100/sye.v0i21.4046>
- [8] Castillo-Ramírez, A., Mejía-Giraldo, D., & Molina-Castro, J. D. (2017). Fiscal Incentives Impact for RETs Investments in Colombia. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 12(9), 759–764. <https://doi.org/10.1080/15567249.2016.1276648>
- [9] Coase, R. H. (1960). The Problem of Social Cost. *The Journal of Law and Economics*, 56(4), 837-877.
- [10] Coen, R. M. (1968). Effects of Tax Policy on Investment in Manufacturing. *The American Economic Review*, 58(2), 200-211. <https://www.jstor.org/stable/1831810>

- [11] DANE. (2019). *Encuesta Anual Manufacturera EAM*. <https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/694/related-materials>
- [12] Decreto 3172 de 2003, Por medio del cual se reglamenta el artículo 158-2 del Estatuto Tributario. 7 de nov. de 2003. D. O. 45368.
- [13] Dong, C., Shen, B., Chow, P.-S., Yang, L., & Ng, C. T. (2016). Sustainability Investment under Cap-and-Trade Regulation. *Annals of Operations Research*, 240, 509-531. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1007/s10479-013-1514-1>
- [14] Ellenbeck, S., Beneking, A., Ceglaz, A., Schmidt, P., & Battaglini, A. (2015). Security of Supply in European Electricity Markets. Determinants of Investment Decisions and the European Energy Union. *Energies*, 8(6), 5198-5216. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en8065198>
- [15] Foster-McGregor, N. (2013). On the Determinants of Investment in Sub-Saharan African Manufacturing Firms. *African Development Review*, 25(4), 573-586. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1467-8268.12053>
- [16] Fraj-Andrés, E., Martínez-Salinas, E., & Matute-Vallejo, J. (2009). Factors Affecting Corporate Environmental Strategy in Spanish Industrial Firms. *Business Strategy and the Environment*, 18(8), 500-514. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/bse.611>
- [17] Gómez, J. C. G. (2023). Planeación e incentivos tributarios para el desarrollo sostenible de las empresas ganaderas del municipio de Florencia-Caquetá. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 8410-8436.
- [18] Hammar, H., & Löfgren, Å. (2006). The Variability of Environmental Protection Expenditures between Sectors in Sweden. *European Environment*, 16(4), 246-257. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/eet.421>
- [19] Han, S.-R., Li, P., Xiang, J.-J., Luo, X.-H., & Chen, C.-Y. (2020). Does the Institutional Environment Influence Corporate Social Responsibility? Consideration of Green Investment of Enterprises. Evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 1-18. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11356-020-09559-6>
- [20] Hanley, N., Shogren, J., & White, B. (2019). *Introduction to Environmental Economics* (3rd Ed.). Oxford University Press. <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=QxGTDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=->

PP1&dq=Introduction+to+environmental+economics&ots=tHIoKDGsYe&sig=UIZUfuUrIBJsfaHMCtdk5mBtbds

- [21] Hompashe, D. M. (2024). Does Instructional Leadership Drive Educational Improvement in South Africa? Evidence from Oaxaca-Blinder Decomposition Analysis. *Development Southern Africa*, 41(2), 1-23. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/0376835X.2024.2309455>
- [22] Huang, L., & Lei, Z. (2021). How Environmental Regulation Affect Corporate Green Investment: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123560. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123560>
- [23] IPCC. (2022). *Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change: Technical Summary*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>
- [24] Jiang, X.-F., Zhao, C.-X., Ma, J.-J., Liu, J.-Q., & Li, S.-H. (2021). Is Enterprise Environmental Protection Investment Responsibility or Rent-Seeking? Chinese evidence. *Environment and Development Economics*, 26(2), 169-187. [https://doi.org/DOI: 10.1017/S1355770X20000327](https://doi.org/DOI:10.1017/S1355770X20000327)
- [25] Kong, D., Yang, X., Liu, C., & Yang, W. (2020). Business Strategy and Firm Efforts on Environmental Protection: Evidence from China. *Business Strategy and the Environment*, 29(2), 445-464. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/bse.2376>
- [26] Kvach, Y., Piatka, N., & Koval, V. (2020). Management of Sustainable Entrepreneurship Adaptation to Tax Changes in Environmental Investment. *Baltic Journal of Economic Studies*, 6(5), 96-105. <https://doi.org/https://doi.org/10.30525/2256-0742/2020-6-5-96-105>
- [27] Li, C., Teng, Y., Zhou, Y., & Feng, X. (2024). Can Environmental Protection Tax Force Enterprises to Improve Green Technology Innovation? *Environmental Science and Pollution Research*, 31, 9371-9391. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11356-023-31736-6>
- [28] Li, Y., Meng, D., & Wang, L. (2024). The Impact of Corporate Climate Risk Perception on Green Outward Foreign Direct Investment. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(33), 45602-45621. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11356-024-34198-6>
- [29] Liao, Y., & Tsai, K. (2019). Innovation Intensity, Creativity Enhancement, and Eco-Innovation Strategy: The Roles of Customer Demand and Environmental

- Regulation. *Business Strategy and the Environment*, 28(2), 316-326. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/bse.2232>
- [30] Manrique, G. M. & Varón, F. S. (2019). El microcrédito una vía para mejorar los niveles de educación, en contribución a la reducción de la pobreza en Tunja (Colombia) y áreas de influencia. *Revista Espacios*, 40(7). <https://www.revistaespacios.com/a19v40n07/19400702.html>
- [31] Miranda, E. S. V. (2016). Los beneficios tributarios y su efecto en la liquidez de las Empresas de Economía Popular y Solidaria. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, 226. <https://www.eumed.net/coursecon/ecolat/ec/2016/beneficios.html>
- [32] Morales-González, K., Ávila, W. M. de, & Cruz-Almanza, S. de la. (2019). Evaluación del Servicio Público de Empleo: sus efectos en la inserción laboral formal en el Área Metropolitana de Barranquilla, Colombia. *Lecturas de Economía*, 91, 211-239. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n91a07>
- [33] Oaxaca, R. (1973). Male-Female Wage Differentials in Urban Labor Markets. *International Economic Review*, 14(3), 693-709. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.2307/2525981>
- [34] Ospino, C. G., Roldán Vásquez, P., & Barraza Narváez, N. (2010). Oaxaca-Blinder Wage Decomposition: Methods, Critiques and Applications. A Literature Review. *Revista de Economía del Caribe*, 5, 237-274. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2011-21062010000100006&script=sci_arttext
- [35] Oyarzun, A. (2007). *Introducción a la economía ambiental* (2.a ed.). Mc-Graw-Hill.
- [36] Ozorhon, B., Batmaz, A., & Caglayan, S. (2018). Generating a Framework to Facilitate Decision Making in Renewable Energy Investments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 95, 217-226. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.035>
- [37] Pan, K., & He, F. (2022). Does Public Environmental Attention Improve Green Investment Efficiency? Based on the Perspective of Environmental Regulation and Environmental Responsibility. *Sustainability*, 14(19), 12861. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/sul41912861>

- [38] Peláez, S., Hurtado, B., & Ávila-Maecha, J. (2024). Taxation and Innovation: Evidence from Colombia. *Economics of Innovation and New Technology*, 33(1), 166-184. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10438599.2022.2145560>
- [39] Peng, M., Wei, C., Jin, Y., & Ran, H. (2023). Does the Environmental Tax Reform Positively Impact Corporate Environmental Performance? *Sustainability*, 15(10), 8023. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su15108023>
- [40] Pigou, A. C. (1951). Some Aspects of Welfare Economics. *The American Economic Review*, 41(3), 287-302. <https://www.jstor.org/stable/1802103>
- [41] Rahimi, E., & Hashemi Nazari, S. S. (2021). A Detailed Explanation and Graphical Representation of the Blinder-Oaxaca Decomposition Method with Its Application in Health Inequalities. *Emerging Themes in Epidemiology*, 18(1), 12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12982-021-00100-9>
- [42] Ramos Joyo, D. R. (2022). *Efectos de los beneficios tributarios en la liquidez de las empresas agroexportadoras de palta en Lima Metropolitana 2019-2020* [Tesis de pregrado]. Universidad de San Martín de Porres. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/9632>
- [43] Rebolledo, D. A. P., León, K. R., & Rodríguez, C. M. W. (2019). Economía ambiental y cambio climático, análisis de externalidades desde la teoría de juegos. *Digital Ciencia@ UAQRO*, 12(1), 53–59. <https://revistas.uaq.mx/index.php/ciencia/article/view/15>
- [44] Roca, J. (2010). *Evaluación de la efectividad y eficiencia de los beneficios tributarios*. InterAmerican Development Bank. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0007191>
- [45] Ruiz Benavides, D., Viña Vizcaíno, G., Barbosa Mariño, J. D., & Prada Lemus, A. (2005). *Evaluación de la aplicación de los beneficios tributarios para la gestión e inversión ambiental en Colombia*. CEPAL.
- [46] Shafi, M., Ramos-Meza, C. S., Jain, V., Salman, A., Kamal, M., Shabbir, M. S., & Rehman, M. U. (2023). The Dynamic Relationship between Green Tax Incentives and Environmental Protection. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(12), 32184-32192. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11356-023-25482-y>
- [47] Sinforoso Martínez, S., Ricardez Jiménez, J. D., & Pelegrín Mesa, A. (2019). Externalidades ambientales desde el enfoque del costo para la toma de decisiones en materia ambiental. Caso de una empresa cafe-

- talera. *Retos de La Dirección*, 13(1), 170-187. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2306-91552019000100170&script=sci_arttext
- [48] Stavins, R. N. (1995). Transaction costs and markets for pollution control. *Resources*, (119), 9. https://scholar.harvard.edu/files/stavins/files/transaction_costs_resources1995.pdf
- [49] Sterner, T. (2007). Fuel Taxes: An Important Instrument for Climate Policy. *Energy Policy*, 35(6), 3194-3202. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.10.025>
- [50] Van Berkel, R. (2007). Cleaner Production and Eco-Efficiency in Australian Small Firms. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 7(5-6), 672-693. <https://doi.org/https://doi.org/10.1504/IJETM.2007.015636>
- [51] Villada Duque, F., López Lezama, J. M., & Muñoz Galeano, N. (2017). Effects of Incentives for Renewable Energy in Colombia. *Ingeniería y Universidad*, 21(2), 257-272. <https://doi.org/https://doi.org/10.11144/javeriana.iyu21-2.eire>
- [52] Wolde-Rufael, Y., & Mulat-Weldemeskel, E. (2022). The Moderating Role of Environmental Tax and Renewable Energy in CO2 Emissions in Latin America and Caribbean Countries: Evidence from Method of Moments Quantile Regression. *Environmental Challenges*, 6, 100412. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100412>
- [53] World Bank. (2022). *Notas temáticas de Política. Colombia. Cambio climático*. WB. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099045108112233520/pdf/P1778690b9f3ca00e0bf1f035ccd7778b9e.pdf>
- [54] World Bank. (2023). *Colombia. Country Climate and Development*. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/fd36997e-3890-456b-b6f0-d0cee5fc191e/content>
- [55] Xu, S., Govindan, K., Wang, W., & Yang, W. (2024 a). Supply Chain Management under Cap-and-Trade Regulation: A Literature Review and Research Opportunities. *International Journal of Production Economics*, 271, 109199. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109199>
- [56] Xu, Z., Farooq, U., Ahmed, A., & Masood, A. (2024 b). Balancing Profit and Planet: The Effect of Corporate Tax Rates on Environmental Quality and Innovation in Asian Countries. *Environmental Development*, 52, 101063. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envdev.2024.101063>

- [57] Xue, Y., Jiang, C., Guo, Y., Liu, J., Wu, H., & Hao, Y. (2022). Corporate Social Responsibility and High-Quality Development: Do Green Innovation, Environmental Investment and Corporate Governance Matter? *Emerging Markets Finance and Trade*, 58(11), 3191-3214. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/1540496X.2022.2034616>
- [58] Zheng, Q., Li, J., & Duan, X. (2023). The Impact of Environmental Tax and R&D Tax Incentives on Green Innovation. *Sustainability*, 15(9), 7303. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su15097303>